

PENGARUH SUPLEMENTASI ZnONPS BERBASIS METABOLIT BAL *Apis cerana* TERHADAP KARAKTERISTIK MORFOMETRIK AYAM BANGKOK (*Gallus gallus domesticus*).

The Effect of ZnONPS Supplementation Based on Metabolites of Apis cerana BAL on The Morphometric Characteristics of Bangkok Chicken (Gallus gallus domesticus).

Izzul Islam^{1*}, Ahmad Reza Jatnika², Syamsul Bahtiar³, Nayeng Gita Ayodya Ayunda¹, Yunus Farhan¹

¹Bioteknologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa

²Peternakan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa

³Metalurgi, Fakultas Teknik Lingkungan dan Mineral, Universitas Teknologi Sumbawa

*Corresponding Author: izzul.islam@uts.ac.id

ABSTRACT

Recent studies have shown that feed supplementation with nanoparticles can positively affect livestock growth and health. One of the nanoparticles that has excellent potential is Zinc Oxide Nanoparticles (ZnONPs). ZnONPs are known to have antimicrobial, antioxidant, and nutrient absorption properties. In addition, metabolites produced by microorganisms, such as *Bacillus amyloliquefaciens* (LAB) found in *Apis cerana* honey, also have properties that are beneficial for livestock health. This study aims to determine the effect of zinc oxide nanoparticle (ZnONPs) synergy feed based on metabolites from lactic acid bacteria (LAB) *Apis cerana* on the growth of Bangkok chickens (*Gallus gallus domesticus*). The research methodology includes isolation of lactic acid bacteria (LAB) from *Apis cerana* bees, extraction of LAB metabolites, ZnO nanoparticle capping, and formulation of metabolite-based nanoparticle feed and morphometric measurements. LAB bacterial isolates from *Apis cerana* bees were successfully isolated in MRSA media with convex and cream-colored characters. Morphometric measurements showed that the treatment of feed with ZnONPs did not affect the size of the wings, tail, and leg circumference. In contrast, in the size of the back, neck, and legs, there was a significant difference, where chickens fed with the addition of CZnO 160 mg/kg showed the highest morphometric values in the size of the back (19.50 gr) and neck (10.25 gr). The highest leg size in the CZnO 160 mg/kg feed was 33.25 gr. The results of this study are expected to contribute to increasing the understanding of farmers in efforts to improve the quality and quantity of Bangkok chicken production.

Keywords: ZnO Nanoparticles, Metabolites, Lactic acid bacteria (LAB), *Apis cerana*, *Gallus gallus domesticus*

ABSTRAK

Penelitian terkini menunjukkan bahwa suplementasi pakan dengan nanopartikel dapat memberikan efek positif terhadap pertumbuhan dan kesehatan ternak. Salah satu nanopartikel yang memiliki potensi besar adalah Zinc Oxide Nanoparticles (ZnONPs). ZnONPs dikenal memiliki sifat antimikroba, antioksidan, dan kemampuan untuk meningkatkan penyerapan nutrisi. Selain itu, metabolit yang dihasilkan oleh mikroorganisme, seperti *Bacillus amyloliquefaciens* (BAL) yang ditemukan dalam madu lebah *Apis cerana*, juga memiliki sifat yang bermanfaat untuk kesehatan ternak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari pakan synergi nanopartikel seng oksida (ZnONPs) berbasis metabolit dari bakteri asam laktat (BAL) *Apis cerana* pada pertumbuhan ayam Bangkok (*Gallus gallus domesticus*). Metodologi penelitian meliputi isolasi bakteri asam laktat (BAL) dari lebah *Apis cerana*, ekstraksi metabolit BAL, Capping nanopartikel ZnO, dan formulasi pakan nanopartikel berbasis metabolit dan pengukuran morfometrik. Isolat bakteri BAL dari lebah *Apis cerana* berhasil disilasi dalam media MRSA dengan karakter cembung dan berwarna krem. Pengukuran morfometrik menunjukkan bahwa perlakuan pakan dengan ZnONPs tidak berpengaruh terhadap pada ukuran sayap, ekor dan lingkaran kaki, sedangkan pada ukuran punggung, leher dan kaki terlihat ada perbedaan yang nyata, di mana ayam yang diberi pakan dengan penambahan CZnO 160 mg/kg menunjukkan nilai morfometrik tertinggi pada ukuran punggung (19,50 gr) dan leher (10,25 gr), sedangkan ukuran kaki tertinggi pada pakan CZnO 160 mg/kg yaitu 33,25 gr. Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam meningkatkan pemahaman peternak dalam upaya meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi ayam Bangkok.

PENDAHULUAN

Peternakan unggas berkontribusi terhadap perekonomian yang menyediakan 65% protein hewani dengan investasi lokal terbesar di Indonesia (Kementerian Pertanian, 2023). Subsektor ini didukung oleh usaha peternakan yang banyak diminati masyarakat, salah satunya budidaya ayam bangkok (*Gallus gallus domesticus*). Hal ini dikarenakan nilai jual yang cukup tinggi dan masa panen yang singkat (Suharyon *et al.*, 2020). Menurut Mokodongan *et al.* (2017), ayam bangkok sangat diminati karena morfologi yang lebih unggul dibandingkan ayam lainnya, seperti postur tubuh yang tinggi dan otot yang padat. Ada beberapa faktor penyebab menurunnya performa ayam, salah satunya yaitu faktor serangan penyakit terutama di fase DOC (*Day Old Chicken*) (Prayitno & Sugiharto, 2015)

Newcastle Disease, *Coryza*, dan kelumpuhan merupakan penyakit yang mengakibatkan pertumbuhan ayam menjadi lambat bahkan menyebabkan kematian (Takamokan *et al.*, 2022) Selain faktor penyakit, kualitas pakan yang buruk mengakibatkan nutrisi pada pakan belum diserap oleh tubuh ayam secara optimal sehingga terbuang melalui feses. (Multida *et al.*, 2019) melaporkan bahwa feses ayam mengandung protein (36,44%), lemak (0,93%), kalsium (6,80%), dan fosfor (1,16%). Pada dasarnya, nutrisi tersebut masih diperlukan karena serapan nutrisi yang baik sangat menentukan pertumbuhan dan sistem kekebalan tubuh ayam bangkok yang ideal (Wati *et al.*, 2016).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan serapan nutrisi adalah dengan penambahan *Zinc Oxide Nanoparticles* (ZnO NPs) pada pakan (Mohd Yusof *et al.*, 2023). ZnO NPs merupakan senyawa anorganik yang berukuran 1--100 nm (Fatholahi *et al.*, 2021a). Ukuran partikel yang sangat kecil

memungkinkan ZnO NPs melewati membran endositosis dan membran seluler dengan mudah sehingga nutrisi pada pakan dapat diserap oleh tubuh ayam secara optimal (Abedini *et al.*, 2018). Zn juga dikenal sebagai mineral yang sangat diperlukan oleh ayam bangkok untuk meningkatkan pertumbuhan tulang (Firmasari & Devita, 2022). Selain itu, ZnO NPs berpotensi sebagai antimikroba karena dapat memodulasi mikroflora usus untuk mengurangi bakteri patogen (Fatholahi *et al.*, 2021b)

Efektivitas ZnO NPs tersebut dapat ditingkatkan dengan penggunaan mikroorganisme dari konsorsium mikrobioma yang berasal dari perut lebah *Apis cerana*. Pada konsorsium tersebut, terdapat kultur Bakteri Asam Laktat (BAL) yang memiliki aktivitas sebagai probiotik dalam meningkatkan kinerja saluran pencernaan ayam sehingga nutrisi pakan dapat diserap dengan optimal (Sirisopapong *et al.*, 2023). BAL mengandung komponen bioaktif seperti asam laktat, hidrogen peroksida, dan senyawa protein (bakteriosin, tripsin, dan peptida) yang mampu bersinergi dengan ZnO NPs sebagai agen pengikat atau yang biasa dikenal dengan istilah *capping agent*. Selain itu, BAL lebih unggul dibandingkan mikroorganisme lain karena penanganannya yang mudah dan berstatus *food grade* sehingga aman dalam produksi pangan (Rahayu *et al.*, 2020). Oleh sebab itu, BAL dari perut lebah *Apis cerana* dipilih sebagai bahan campuran aplikasi ZnO NPs pada pakan ayam karena aktivitasnya yang diharapkan dapat bekerja secara sinergis dalam meningkatkan kinerja ZnO NPs terhadap pertumbuhan ayam bangkok. (*Gallus gallus domesticus*).

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni sampai Oktober 2024 di Laboratorium Biologi Terapan, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati - Universitas Teknologi Sumbawa. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu ayam bangkok, *Zinc Oxide* komersial, *deionized water*, *tissue*, aluminium foil, *wrap plastic*, pakan ayam Hiprovite 591, vitamin ayam Vita Chicks, label, *ziplock* dan kultur BAL perut lebah *Apis cerana* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Ilmu dan Teknologi Hayati, Universitas Teknologi Sumbawa.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non faktorial untuk mengetahui pengaruh pemberian ZnO NPs berbasis metabolit BAL dari perut lebah *Apis cerana* dengan konsentrasi yang berbeda terhadap karakteristik morfometrik ayam bangkok. Variabel yang diamati pada penelitian ini meliputi morfometrik yang mencakup (sayap, ekor, punggung, leher, kaki dan lingkaran kaki). Ayam bangkok yang digunakan adalah DOC (*Day Old Chicken*) tanpa diseleksi jenis kelaminnya (*unsexed*) dengan rata-rata bobot awal sebesar 33–36 gr dan berasal dari induk yang sama karena memperhatikan keseragaman karakter fisik ayam yang diteliti. Perlakuan yang digunakan yaitu:

K (+)	:	Pakan + Vita Chicks konsentrasi 160 mg/kg
K (-)	:	Pakan
CZnO 40	:	Pakan + <i>Capping</i> ZnO konsentrasi 40 mg
CZnO 160	:	Pakan + <i>Capping</i> ZnO konsentrasi 160 mg

Isolasi BAL *Apis cerana*

Proses Isolasi BAL mengacu pada metode isolasi oleh Chaidir *et al.*, (2023), 1 gr sampel perut lebah *Apis cerana*

dilarutkan dalam 9 mL aquadest steril dan diencerkan berseri sampai 10^{-5} . diinokulasi pengenceran 10^{-1} , 10^{-3} dan 10^{-5} sebanyak 100 mL ke atas MRS Agar + CaCO_3 menggunakan batang L. Inkubasi semalaman. Hitung jumlah koloni setiap pengenceran. Penambahan CaCO_3 sebanyak 0.5% dari total media optimum untuk pertumbuhan BAL. Pada tahap perbanyakkan BAL, diambil koloni pada cawan petri dan dimasukkan ke dalam 10 ml MRS broth + CaCO_3 lalu diinkubasi semalaman.

Ekstraksi dan *capping* ZnO NPS metabolit *Apis cerana*

Sebanyak 1 ose BAL dikultur dalam 10 mL MRS Broth yang telah ditambahkan 1% gula dan diinkubasi 12 jam. Kemudian kultur tersebut disentrifugasi pada 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan supernatan dan pellet. Supernatan kemudian diambil dan dikumpulkan sebagai bahan persiapan sintesis *capping* nanopartikel ZnO

Proses *capping* dilakukan menggunakan metode yang dilakukan oleh LAU *et al.* (2021) dengan sedikit modifikasi. 3 gr ZnO dan 30 ml *deionized water* di dalam *glass jar* kemudian dihomogenkan di atas *hotplate stirrer* selama 5 menit. Sebanyak 6 ml metabolit BAL kemudian dicampurkan dengan ZnO yang telah diaktivasi dan dihomogenisasi selama 6 jam menggunakan *ultrasonic bath*. Larutan kemudian disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 1.000 rpm. ZnO diambil menggunakan *spatula* dan dimasukkan ke dalam cawan petri. Endapan kemudian dikeringkan menggunakan *oven* dengan suhu 60°C selama 1 jam. Setelah proses pengeringan, endapan tersebut digerus menggunakan alu hingga didapatkan bubuk *capping* ZnO

Pembuatan pakan perlakuan

Pembuatan pakan perlakuan CZnO dengan konsentrasi 40 mg dilakukan dengan cara sebanyak 4,69 kg pakan komersial dan 187,6 mg bubuk CZnO

ditimbang terlebih dahulu. Selanjutnya pakan komersial dan bubuk CZnO dicampurkan lalu diaduk hingga homogen. Kemudian campuran tersebut ditimbang sesuai dengan jumlah pakan yang akan diberikan pada hewan uji setiap hari. Setelah ditimbang, campuran pakan dimasukkan ke dalam plastik dan diberi label kode perlakuan. Metode ini juga dilakukan terhadap pembuatan pakan perlakuan lainnya. Masing-masing bubuk CZnO dan vitamin yang digunakan adalah 750,4 mg. Pembuatan pakan perlakuan dilakukan menggunakan pakan komersial (Hiprovote 591)

Pemeliharaan hewan uji

Persiapan ayam sebagai hewan uji dilakukan pada awal pemeliharaan yang merujuk pada Kelanasari *et al.*, (2021). Persiapan dilakukan dengan cara ayam dikandangkan selama 3 hari untuk proses aklimatisasi pada suhu kamar berkisar 20–25°C. Selama proses tersebut, ayam diberi pakan konsentrat dan air minum secara *ad libitum* (selalu tersedia). Aklimatisasi ini bertujuan untuk menyesuaikan kondisi ayam agar mampu beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Setelah masa persiapan selesai dan ayam tidak menunjukkan gejala apapun, maka ayam siap untuk diberikan perlakuan.

Sistem perkandangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *open house* yang terbuat dari balok dan papan kayu. Pada setiap bilik kandang terdapat 1 ekor ayam sehingga terdapat 8 bilik yang digunakan. Pada awal pemeliharaan hingga umur ayam mencapai 35 hari, ayam dipelihara di dalam bilik yang memiliki panjang 50 cm, lebar 50 cm, dan tinggi 50 cm. Pada saat ayam berumur 36 hari hingga akhir pemeliharaan, ayam dipelihara di dalam bilik yang memiliki panjang 100 cm, lebar 100 cm, dan tinggi 100 cm. Selain itu, lantai kandang dilapisi dengan serbuk kayu. Limbah ini dimanfaatkan sebagai *litter* yang diganti setiap 7 hari untuk menjaga suhu kandang tetap hangat dan membantu penyerapan air dari feses maupun tumpahan air minum sehingga lantai kandang tidak lembap (Anwar *et al.*, 2014). Setiap bilik kandang juga dilengkapi dengan lampu, tempat pakan, dan tempat minum. Air minum diberikan secara *ad libitum* dan pakan perlakuan diberikan dua kali dalam sehari, yaitu pagi hari pada pukul 08.00 WITA dan sore hari pada pukul 16.00 WITA. Adapun perhitungan pemberian pakan tercantum pada Tabel.2

Tabel 2. Perhitungan pemberian pakan

Minggu Ke–	Umur Ayam (hari)	Pakan (gr/ekor)		Kumulatif (gr)
		Harian	Mingguan	
I	15 – 21	15	105	105
II	22 – 28	20	140	245
III	29 – 35	25	175	420
IV	36 – 42	35	245	665
V	43 – 49	45	315	980
VI	50 – 56	55	385	1.365
VII	57 – 63	65	455	1.820
VIII	64 – 70	75	525	2.345

(Sumber: Sitindaon *et al.*, (2020)

Berdasarkan Tabel 2 jumlah pemberian pakan perlakuan disesuaikan dengan kondisi fisiologis yang bergantung pada pertambahan umur ayam yang

diujikan. Peningkatan pertumbuhan ayam yang signifikan terjadi pada umur 5--8 minggu.

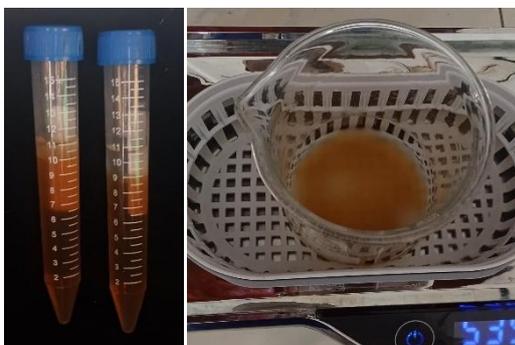
Pengujian berat ayam

Parameter yang diamati pada pengujian tersebut yaitu ukuran morfometrik: a) tinggi badan (cm) diukur dari pangkal jari ketiga hingga ujung kepala; b) panjang sayap (cm) diukur dengan merentangkan bagian sayap lalu pengukuran dimulai dari pangkal *humerus* hingga ujung *phalanges*; c) panjang ekor (cm) diukur berdasarkan bulu ekor terpanjang; d) panjang punggung (cm) diukur berdasarkan panjang *columna vertebralis*; e) panjang kaki (cm) diukur dari pangkal *femur* hingga ujung jari ketiga; f) panjang leher diukur berdasarkan panjang *cervical vertebra*; g) dan lingkaran kaki diukur dengan melingkari tulang *tarsometatarsus (shank)* pada bagian tengah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi dan ekstraksi metabolit BAL *Apis Cerana*

Karakteristik mikroskopis bakteri yang didapatkan adalah berbentuk cembung dengan tepian bulat berwarna krem. Koloni tunggal kemudian diperbanyak dalam media MRSB dan dikultur selama 1x24 jam. Kultur kemudian diekstrak metabolitnya menggunakan metode *ultrasound assisted extraction* (UAE). Hasil metabolit BAL didapatkan karakter warna coklat kemerahan bening. Sampel metabolit kemudian dipreparasi untuk tahap capping dengan nanopartikel ZnO.



Gambar 1. Pemekatan metabolit BAL *Apis cerana*.

Hasil *Capping* ZnO NPs Berbasis Metabolit BAL Lebah *Apis cerana*

Hasil *capping* terdapat perubahan warna pada bubuk setelah proses *capping* dilakukan. Metabolit yang dihasilkan oleh isolat BAL dari perut lebah *Apis cerana* berperan sebagai *capping agent* dalam proses *capping* dan stabilisasi ZnO NPs. Senyawa-senyawa metabolit tersebut berinteraksi dengan permukaan ion Zn^{2+} dan mengikat ion-ion Zn^{2+} sehingga dapat membentuk struktur yang stabil. Pada akhirnya permukaan ZnO NPs diselubungi oleh ion-ion bermuatan negatif yang mengakibatkan adanya gaya tolak-menolak sehingga dapat mencegah terjadinya agregasi antarkluster ZnO NPs (Sari *et al.*, 2017). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Musfita *et al.*, 2022), bagian kepala polar senyawa metabolit berupa gugus fungsional seperti hidroksil mampu mencegah terjadinya aglomerasi antarpartikel.

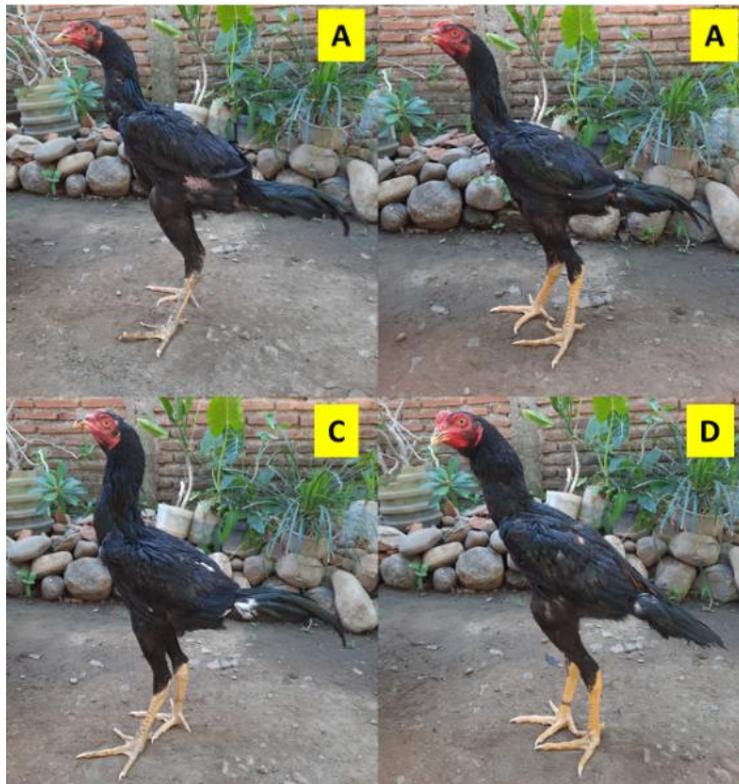


Gambar 2. Serbuk *capping* ZnO berbasis metabolit lebah *Apis cerana*

Uji morfometrik ayam

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa ayam yang diberikan pakan sinergi (CZnO) menunjukkan penampilan morfometrik yang lebih baik dibandingkan ayam dengan perlakuan lainnya meskipun tidak berbeda secara signifikan. Pengukuran terhadap morfometrik ayam bangkok perlu dilakukan karena ukuran tubuh merupakan indikator yang baik dan

memiliki nilai korelasi yang cukup erat dengan parameter bobot (Hastuti *et al.*, 2021). Hasil pengukuran tersebut digunakan sebagai salah satu penilaian keberhasilan manajemen pemeliharaan yang dilakukan. Hasil uji morfometrik dapat dilihat pada Gambar 3 dan Tabel 2.



Gambar 3. Perbandingan postur ayam Bangkok. A. K (+); B. K(-); C. CZnO 40 mg/kg; D.CZnO 160 mg/kg.

Tabel 2. Hasil uji morfometrik ayam

Parameter Uji (cm)	Perlakuan			
	CZnO 40	CZnO 160	K+	K-
Sayap	18.50 ± 0.71 ^a	19.25 ± 1.77 ^a	19.10 ± 0.14 ^a	17.00 ± 0.00 ^a
Ekor	14.95 ± 1.34 ^a	14.65 ± 2.33 ^a	13.45 ± 1.91 ^a	14.10 ± 0.99 ^a
Punggung	19.00 ± 0.00 ^{ab}	19.50 ± 0.00 ^b	19.00 ± 1.41 ^{ab}	17.00 ± 0.00 ^a
Leher	9.05 ± 0.07 ^b	10.25 ± 0.07 ^c	9.15 ± 0.07 ^b	8.45 ± 0.07 ^a
Kaki	33.25 ± 1.20 ^b	32.95 ± 0.92 ^b	31.40 ± 0.71 ^{ab}	29.15 ± 0.21 ^a
Lingkar Kaki	4.30 ± 0.14 ^a	4.40 ± 0.00 ^a	4.10 ± 0.14 ^a	4.20 ± 0.14 ^a

* Data dinyatakan dalam rata-rata ± standar deviasi (n=2). Alfabet yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (p-value < 0,05).

Berdasarkan data pada Tabel 2 bahwa pada masing-masing perlakuan menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata (P>0.05) pada ukuran sayap, ekor

dan lingkar kaki, sedangkan pada ukuran punggung, leher dan kaki terlihat ada perbedaan yang nyata, di mana ayam yang diberi pakan dengan penambahan CZnO

160 mg/kg menunjukkan ukuran punggung yang lebih tinggi ($P < 0.05$) dibandingkan dengan ayam yang diberi pakan K-, sedangkan pada perlakuan CZnO 40 dan K+ tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Begitu juga dengan ukuran leher di mana pakan dengan CZnO 160 menunjukkan nilai tertinggi ($P < 0.05$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sedangkan pada ukuran kaki terlihat bahwa pakan dengan CZnO 40 menunjukkan nilai tertinggi walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan pakan CZnO 160 dan K+. Menurut Gangadoo *et al*, (2016), partikel yang berukuran nano dapat mempengaruhi kemampuan ayam dalam menyerap zat gizi yang terkandung di dalam pakan, sehingga proses metabolisme dan fisiologis yang terjadi pada tubuh ayam lebih optimal.

KESIMPULAN

Ayam yang diberi pakan dengan penambahan capping ZnO dengan konsentrasi 160 mg/kg menunjukkan pertumbuhan fisik dengan parameter sayap, ekor, punggung, leher, kaki dan lingkaran kaki yang lebih baik dibandingkan ayam dengan perlakuan lainnya meskipun tidak berbeda secara signifikan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi (Kemendikbud Ristek) Republik Indonesia atas dukungan pendanaan melalui Skema Penelitian Dosen Pemula tahun 2024 dengan nomor 0667/E5/AL.04/2024. Dukungan ini sangat berharga dalam terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

Abedini, M., Shariatmadari, F., Karimi Torshizi, M. A., & Ahmadi, H. 2018.

Effects of zinc oxide nanoparticles on the egg quality, immune response, zinc retention, and blood parameters of laying hens in the late phase of production. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 102(3), 736–745.

Chaidir, R. R. A., Suharli, L., & Yasdia, R. 2023. Commercial Probiotic Drink and Sumbawa Horse Milk as Lactic Acid Bacteria Source for Virgin Coconut Oil Extraction. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 8(3), 253.

Fatholahi, A., Khalaji, S., Hosseini, F., & Abbasi, M. 2021a. Nano-Bio zinc synthesized by *Bacillus subtilis* modulates broiler performance, intestinal morphology and expression of tight junction's proteins. *Livestock Science*, 251, 104660.

Fatholahi, A., Khalaji, S., Hosseini, F., & Abbasi, M. 2021b. Nano-Bio zinc synthesized by *Bacillus subtilis* modulates broiler performance, intestinal morphology and expression of tight junction's proteins. *Livestock Science*, 251, 104660.

Firmasari, A., & Devita, A. 2022. Efek Pemberian Tepung Cangkang Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Tepung Tulang Bandeng Laut (*Chanos chanos* Forsskal) terhadap Bobot dan Tinggi Badan Ayam Bangkok Jantan. <https://etd.repository.ugm.ac.id/penelitian/detail/212363>

Gangadoo, S., Stanley, D., Hughes, R. J., Moore, R. J., & Chapman, J. 2016. Nanoparticles in feed: Progress and prospects in poultry research. *Trends in Food Science & Technology*, 58, 115–126.

Hastuti, H., Junaedi, J., & Putra, A. 2021. Hubungan Karakteristik Morfologi

- Tubuh dengan Bobot Badan Ayam Bangkok Jantan. *Jurnal Veteriner*, 22(3), 360–366.
- Kelanasari, E., Anggraeni, & Dihansih, E. 2021. Persentase karkas dan giblet ayam broiler (*Gallus domesticus*) yang diberi ekstrak daun kelor (*Moringa olifera*). *Jurnal Peternakan Nusantara*, 7(2).
- Kementerian Pertanian. 2023. Statistik peternakan dan kesehatan hewan 2023 (1st ed., Vol. 2). Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan. Kementerian Pertanian RI.
- Lau, G. E., Che Abdullah, C. A., Mohd Ghazali, M. S., & Che Ibrahim, M. S. 2021. Synergism of Zinc Oxide Nano-Powder with Active Compound from Turmeric and Lemongrass as Bacterial Inhibitor. *Walailak Journal of Science and Technology (WJST)*, 18(11).
- Mohd Yusof, H., Abdul Rahman, N., Mohamad, R., Zaidan, U. H., Arshad, M. A., & Samsudin, A. A. 2023. Effects of dietary zinc oxide nanoparticles supplementation on broiler growth performance, zinc retention, liver health status, and gastrointestinal microbial load. *Journal of Trace Elements and Minerals*, 4, 100072.
- Mokodongan, A. R., Nangoy, F., Leke, J. R., & Poli, Z. 2017. Penampilan pertumbuhan ayam bangkok starter yang diberi pakan dengan level protein berbeda. *ZOOTEC*, 37(2), 426.
- Multida, I., Sari, M., Nurlita, S., Program Studi PPKH, M., Pembangunan Pertanian Bogor, P., Jurusan Peternakan, D., & penulis, K. 2019. Pengaruh penambahan feses ayam dalam ransum terhadap peningkatan bobot badan ayam kampung unggul balitbangtan (ayam KUB). *Jurnal Agroekoteknologi Dan Agribisnis*, 3(1).
- Musfita, N. M., Fajaroh, F., Aliyatulmuna, A., Ciptawati, E., Yahmin, Y., & Nazriati, N. 2022. Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Raja Nangka sebagai Capping Agent Sintesis Partikel ZnO: Variasi Pelarut Ekstraksi. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 124–140.
- Prayitno, D. S., & Sugiharto. 2015. Kesejahteraan dan metode penelitian tingkah laku unggas (1st ed., Vol. 1). Badan Penerbit Universitas Diponegoro.
- Rahayu, E., Oliver, A. N., Aziezhah, E. A., & Jessica, M. 2020. Strain improvement bakteri asam laktat untuk industri pangan (1st Ed., Vol. 1). Program Studi Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.
- Sari, R. N., Saridewi, N., & Shofwatunnisa, S. 2017. Biosynthesis and Characterization of ZnO Nanoparticles with Extract of Green Seaweed *Caulerpa* sp. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 19(1), 17.
- Sirisopapong, M., Shimosato, T., Okrathok, S., & Khempaka, S. 2023. Assessment of lactic acid bacteria isolated from the chicken digestive tract for potential use as poultry probiotics. *Animal Bioscience*, 36(8), 1209–1220.
- Sitindaon, S. H., Sari, P. N., Hasyim, A., & Ramija, K. L. 2020. Ayam kampung unggul balitbangtan (KUB) Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sumatera Utara (1st ed., Vol. 1). Balai Pengkajian Teknologi

Pertanian (Bptp Balitbangtan)
Sumatera Utara.

- Suharyon, Z., & E. Susilawati. 2020. Analisis Ekonomi Dan Kelembagaan Usaha Ternak Ayam Kampung (Kub) Di Kecamatan Jambi Selatan Kabupaten Muaro Jambi. *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi*, 4(1), 24–33.
- Takamokan, L., Tagueha, A. D., & J. Wattiheluw, M. 2022. Karakteristik Peternak Ayam Buras di Kecamatan Teluk Ambon dan Respon Terhadap Gangguan Kesehatan Ayam. *SALOI: Jurnal Ilmu Pertanian*, 1(1), 52–63.
- Wati, C., Maulana, F., Labatar, S. C., & Sekolah Tinggi Penyuluhan Pertanian Manokwari, D. 2016. Pengaruh penambahan pasir laut untuk meningkatkan kualitas daya cerna pakan terhadap ayam broiler. *Jurnal Triton*, 7(1), 27–36.