

## Pengaruh pemberian nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk (*Melastoma malabathricum* L.) terhadap kinerja pertumbuhan ayam broiler

### *Nano-encapsulation of Melastoma malabathricum L. fruit extract influence on the growth performance of broiler*

Muhammad Dani<sup>1\*</sup>, Rusman<sup>2</sup>, Zuprizal<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Peternakan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu. Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Muara Bangka Hulu, Sumatera, Bengkulu 38371

<sup>2</sup>Departemen Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Caturtunggal, Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

<sup>3</sup>Departemen Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Caturtunggal, Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281

\*Email Koresponden: [mdani@unib.ac.id](mailto:mdani@unib.ac.id)

#### ARTICLE INFO

**Received:**

9 August 2021

**Accepted:**

14 January 2022

**Published:**

22 March 2022

**Kata kunci:**

Ayam broiler

Buah senduduk

Kinerja pertumbuhan

Nanoenkapsulasi

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh dari nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk sebagai aditif pakan yang diberikan melalui air minum terhadap kinerja pertumbuhan ayam broiler. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan 6 perlakuan penambahan ekstrak buah senduduk pada air minum ayam masing-masing ulangan adalah 5 ulangan. Rincian perlakuan ransum adalah sebagai berikut: T0 perlakuan air minum tanpa aditif pakan (kontrol negatif), T1 perlakuan air minum + 0,2 mg/kg bobot badan simvastatin (kontrol positif), T2 perlakuan air minum + 1,5% ekstrak buah senduduk, T3 perlakuan air minum + 3,0% ekstrak buah senduduk, T4 perlakuan air minum + 1,5% nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk, T5 perlakuan air minum + 3,0% nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk. Parameter yang diamati yaitu karakteristik nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk (ukuran partikel, zeta potensial dan morfologi), kinerja pertumbuhan ayam broiler yang meliputi konsumsi pakan, bobot badan, dan *feed conversion ratio* (FCR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk sampai 3% tidak berpengaruh terhadap kinerja pertumbuhan ayam broiler.

#### ABSTRACT

*The aim of this research was to examine the impact of nano encapsulation of Melastoma malabathricum L. fruit extract as feed additive that was given through drinking water towards growth performance of broiler. Experimentation plan that used in this research were completely randomized design using 6 increment treatment of Melastoma malabathricum L. fruit extract to the drinking water of the chicken each with 5 repetitions. Detail of rations treatment were T0 drinking water treatment without feed additive (negative control), T1 drinking water treatment + 0.2 mg/kg body weight simvastatin (positive control), T2 drinking water treatment + 1.5% Melastoma malabathricum L. fruit extract, T3 drinking water treatment + 3.0% Melastoma malabathricum L. fruit extract, T4 drinking water treatment + 1.5% nano-encapsulation of Melastoma malabathricum L. fruit extract, T5 drinking water treatment + 3.0% nano-encapsulation of Melastoma malabathricum L. fruit extract. Parameters observed were the nano-encapsulation characterization of Melastoma malabathricum L. fruit extract (particle size, potential zeta, and morphology), growth performance of broiler: feed intake, body weight, and FCR. The result of this research showed adding the nano-encapsulation of Melastoma malabathricum L. fruit extract do not give impact toward growth performance.*

**Key words:**

Broiler chicken

Melastoma

malabathricum L. fruit

Growth performance

Nano-encapsulation



## PENDAHULUAN

Pemanfaatan pakan pada ayam broiler saat fase awal sangat baik. Hal tersebut ditandai dengan pertumbuhan dan perkembangan organ pencernaan, sistem imun, sistem kardiovaskular, pertumbuhan bulu, pertumbuhan tulang dan otot ayam yang sangat cepat. Memasuki fase akhir, pertumbuhan dan perkembangan tersebut mulai menurun sedangkan pertumbuhan dan perkembangan jaringan lipid menjadi lebih tinggi. Lipid (lemak) yang terbentuk akan didistribusikan ke seluruh tubuh sehingga mempengaruhi kinerja pertumbuhannya.

Kadar lipid yang tinggi terutama pada daging ayam periode akhir berpengaruh terhadap performa ayam broiler. Salah satu upaya untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan pemberian fitobiotik. Fitobiotik merupakan aditif pakan yang berasal dari tanaman yang mampu memberikan pengaruh yang baik bagi ternak. Salah satu tanaman yang dapat dijadikan sumber fitobiotik yaitu tanaman senduduk (*Melastoma malabathricum* L.). Dani *et al.* (2019) menjelaskan bahwa pemberian nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk berpengaruh terhadap profil lipid daging ayam broiler.

Tanaman senduduk terutama bagian buahnya mempunyai kandungan antosianin 27,095 mg/L (Tazar *et al.*, 2018). Antosianin merupakan pigmen larut air yang terdapat di berbagai tanaman, memiliki ikatan rangkap terkonjugasi yang membuatnya menjadi antioksidan sebagai penangkal radikal bebas. Ferry *et al.* (2015) menyatakan bahwa antosianin mempunyai kemampuan untuk menghambat sintesis lipid (sintesis kolesterol) di dalam tubuh. Permana *et al.* (2012) menyatakan bahwa antosianin memiliki banyak manfaat bagi tubuh sebagai pencegah kerusakan akibat oksidasi, detoksifikasi, meningkatkan sistem, imunitas tubuh, dan menangkap radikal bebas.

Kemampuan antosianin sangatlah baik ketika dikonsumsi namun memiliki kekurangan yaitu tidak stabil terhadap perubahan pH (stabil pada pH 3,8-4,5) (Lise *et al.* 2003). Hal ini kurang baik karena pada sistem pencernaan ayam terjadi perubahan pH terutama di proventrikulus dan duodenum sehingga perlu suatu upaya untuk melindungi antosianin agar bisa diserap dengan maksimal di saluran pencernaan. Salah satu upaya yang bisa dilakukan untuk melindungi antosianin tersebut yaitu dengan cara nanoenkapsulasi.

Nanoenkapsulasi merupakan sebuah teknologi pelapisan terhadap senyawa berupa padatan, cairan dan gas menggunakan penyalut untuk melindungi materi yang menjadi bahan pengisi. Pembuatan nanoenkapsulasi sederhana yaitu dengan metode gelasi ionik. Gelasi ionik merupakan sifat interaksi kation kitosan polinon khusus seperti Sodium Tripolifosfat (STPP) (Ningsih, Aryadi, & Zuprizal 2021). Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pemberian nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk terhadap kinerja pertumbuhan ayam broiler. Penggunaan nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk ini akan juga akan dibandingkan dengan penggunaan simvastatin sebagai kontrol positif. Simvastatin adalah obat yang digunakan pada manusia untuk menurunkan kolesterol dan penggunaannya tidak diberikan pada ayam broiler, industri pakan ataupun bukan sebagai obat-obatan untuk ternak.

## MATERI DAN METODE

Pembuatan nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Makanan Ternak, dan untuk pemeliharaan ayam broiler dilaksanakan di Laboratorium Ilmu Ternak Unggas, Fakultas Peternakan, Universitas Gadjah Mada. Untuk pengujian morfologi dari nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk dilaksanakan di Laboratorium *Transmission Electron Microscopy* (TEM) Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada dan untuk pengujian ukuran partikel dan zeta potensial dilaksanakan di Laboratorium Pemeriksaan Obat dan Kosmetik, Universitas Islam Indonesia.

### Materi

Materi yang dipakai pada penelitian ini yaitu buah senduduk, ayam broiler, 210 ekor DOC (day old chicken) (MB 202 Platinum *sexing* jantan dari PT JAPFA COMFEED TBK), pakan pabrikan dengan merek dagang BR I dari PT JAPFA COMFEED TBK. Pakan ini digunakan selama periode pemeliharaan mulai dari DOC hingga waktu panen. Kandungan nutrisi pakan bisa dilihat pada Tabel 1.

### Metode

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian adalah rancangan acak lengkap (RAL) menggunakan 6 perlakuan penambahan ekstrak buah senduduk pada air minum ayam masing-

Tabel 1. Kandungan nutrient BR I

Nutrien	Kandungan
Protein Kasar (%)	21,00 - 22,00
Lemak Kasar (%)	4,08 - 8,00
Abu (%)	3,00 - 5,00
Kalsium (%)	0,90 - 1,20
Phosphor (%)	0,70 - 0,90
Energi metabolis (kkal/kg)	2950 - 3050

masing diulang 5 ulangan dimana setiap ulangan terdiri dari 7 ekor ayam. Rincian perlakuan adalah sebagai berikut:

- T0: air minum tanpa aditif pakan (kontrol negatif)
- T1: air minum + 0,1 mg/kg bobot badan simvastatin (kontrol positif)
- T2: air minum + 1,5% ekstrak buah senduduk
- T3: air minum + 3,0% ekstrak buah senduduk
- T4: air minum + 1,5% nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk
- T5: air minum + 3,0% nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk

Jumlah pemberian perlakuan berdasarkan pada kebutuhan air minum ayam setiap harinya. Kebutuhan air minum diperoleh dari dua kali kebutuhan pakan ayam. Simvastatin (kontrol positif) merupakan obat yang biasa digunakan untuk menurunkan kolesterol. Jumlah perlakuan yang diberikan agar benar benar dikonsumsi ayam diberikan pada siang hari dan dilanjutkan dengan pemberian air biasa.

Parameter yang diamati yaitu: karakteristik nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk (ukuran partikel, zeta potensial dan morfologi), konsumsi pakan, bobot badan dan FCR. Pemberian perlakuan dilakukan mulai dari umur ayam 22-35 hari melalui air minum. Analisis statistik yang menunjukkan sigfikansi akan dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) untuk dilihat perbedaan nilai tengahnya.

### Pembuatan Ekstrak Buah Senduduk

Pembuatan ekstrak menggunakan metode maserasi yang merujuk pada penelitian Fatonah *et al.* (2016) yang menggunakan pelarut etanol-asam sitrat 3% dengan perbandingan pelarut dan asam 85:15. Maserasi dilakukan sampai diperoleh maserat yang bening. Maserat tersebut kemudian disaring dan diuapkan pelarutnya menggunakan *waterbath*. Hasil penguapan tersebut diambil

sebanyak 2 g dan dilarutkan dengan aquades 100 ml sehingga terbentuk larutan ekstrak buah senduduk 2%. Larutan ekstrak tersebut langsung bisa digunakan sebagai perlakuan pemberian ekstrak dan dilanjutkan untuk pembuatan nanoenkapsulasi.

### Pembuatan Nanoenkapsulasi

Pembuatan nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk (merujuk pada penelitian Choiri *et al.* (2017)) dimulai dengan melarutkan kitosan sebanyak 3,816 g pada 610 ml larutan asetat 2,5 %. Proses tersebut dilakukan selama 30 menit menggunakan *stirrer*. Kemudian membuat larutan STPP 0,75% dengan cara melarutkan STPP sebanyak 0,125 g pada aquades 16,7 ml. Nanoenkapsulasi dibuat dengan cara *trial* dan *error* dengan membuat perbandingan antara larutan kitosan : larutan ekstrak buah senduduk 2% : larutan STPP. Hasil nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk yang dipilih yaitu perbandingan dari ketiga larutan tersebut yang tidak menunjukkan penggumpalan setelah disentrifuse selama 30 menit.

### Nanoenkapsulasi Ekstrak Buah Senduduk

Hasil nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk yang telah dibuat diuji untuk mengetahui ukuran partikel, zeta potensial dan morfologinya. Pengamatan ukuran partikel dan zeta potensial menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA). Pengamatan morfologi nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk menggunakan *Transmission Electron Microscopy* (TEM).

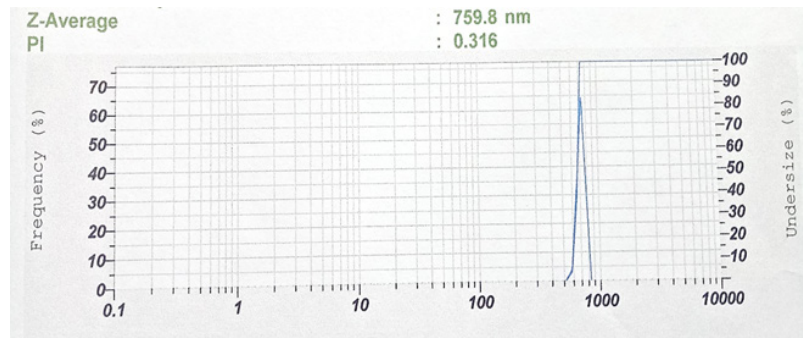
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Nanoenkapsulasi Ekstrak Buah Senduduk

#### Ukuran partikel nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk

Formulasi nanoenkapsulasi yang diperoleh yaitu dengan perbandingan (kitosan : ekstrak : STPP) yaitu 1 : 0,1 : 1/160. Dari formulasi tersebut diukur ukurannya menggunakan *Particle Size Analyzer* (PSA). Grafik dari ukuran partikel nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk dapat dilihat pada Gambar 1.

Ukuran nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk yang dihasilkan yaitu 759,8 nm. Hasil tersebut sudah menunjukkan bahwa

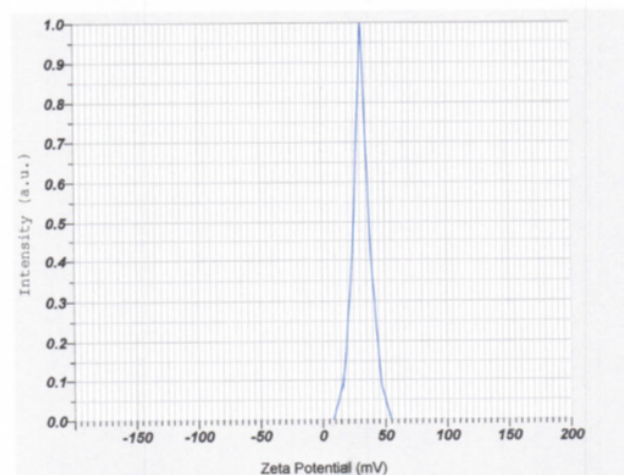


Gambar 1. Hasil pengamatan ukuran nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk

nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk sudah berukuran nano partikel. Hal ini sesuai dengan pendapat Rahmawanty *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa nano partikel merupakan partikel yang berukuran antara 1-1000 nm. Ukuran nanoenkapsulasi sangat penting untuk diketahui. Hal ini berkaitan dengan pendistribusian zat aktif dari fitobiotik melalui mukosa usus. Semakin besar ukuran nanopartikel menyebabkan proses distribusi dan pelepasan bioaktif yang lebih lama dibandingkan dengan nanopartikel dengan ukuran yang lebih kecil (Katouzian & Jafari 2016) tetapi sistem penghantaran obat berbeda dengan teknologi nanopartikel secara umum. Nanopartikel dalam sistem penghantaran obat harus mengandung obat dengan jumlah yang memadai sehingga diperlukan ukuran yang lebih besar dibandingkan nanopartikel nonfarmastik (Martien *et al.* 2012).

**Zeta potensial nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk**

Grafik zeta potensial dari nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil zeta potensial yang diperoleh yaitu sebesar 31,5 mV. Nilai tersebut menunjukkan bahwa nanoenkapsulasi dari ekstrak buah senduduk sudah stabil. Ostolsko dan Wiśniewska (2014) menjelaskan bahwa nilai zeta potensial antara 31-40 mV memiliki tingkat kestabilan yang moderat. Nilai zeta potensial dapat menunjukkan tingkat kestabilan dari senyawa koloid. Semakin tinggi nilai zeta potensial semakin tinggi kestabilan senyawa koloid tersebut. Dalam proses elektroforetik diharapkan nilai zeta potensial yang tinggi karena hal tersebut akan meningkatkan laju gerakan partikel di bawah medan listrik sambil menghambat proses sedimentasi atau penggumpalan (Hanaor *et al.* 2012).

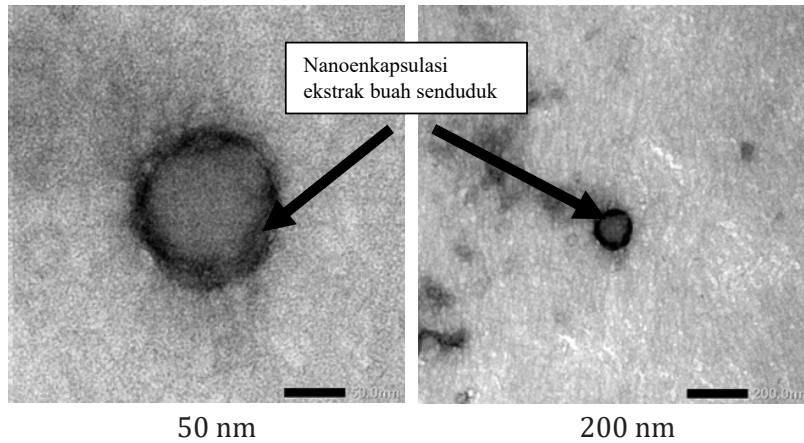


Gambar 2. Hasil pengamatan zeta potensial nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk

**Morfologi nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk**

Pengamatan morfologi nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk diamati melalui *Transmission Electron Microscopy* (TEM). Hasil pengamatan dapat dilihat pada Gambar 3. Prinsip pengamatan morfologi menggunakan TEM yaitu pewarnaan negatif stunning menggunakan asam fosfotungstat 2%. Asam tersebut akan memberikan warna hitam pada larutan yang bersifat polar dan memberikan warna putih pada larutan yang bersifat non polar. Berdasarkan pengamatan terlihat bahwa nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk berbentuk bulat, terlihat garis melingkar yang merupakan ikatan antara kitosan dan STPP. Rampino *et al.* (2013) menyatakan bahwa penambahan anion STPP dalam polianion kitosan menyebabkan terjadinya interaksi ionik sehingga terbentuk ikatan pada lapisan *intramolecular* partikel. Nanopartikel tersusun atas polimer amfifilik (yang mengandung





Gambar 3. Morfologi nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk pembesaran 50 nm dan 200 nm

senyawa hidrofobik yang terkumpul dibagian inti) dan senyawa hidrofilik yang mengelilingi partikel tersebut sehingga mencegah dari pemisahan (Motiei *et al.* 2017).

Hasil pengamatan TEM nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk berbentuk bulat atau bola. Hal ini sesuai dengan penelitian Alves *et al.* (2016) yang mengamati nanoenkapsulasi asam galat menggunakan kitosan dan STPP menghasilkan bentuk nanoenkapsulasi yang berbentuk bulat. Blaiszik *et al.* (2008) menyatakan bahwa nanoenkapsulasi dengan material *self-healing* menghasilkan nanopartikel yang berbentuk bola dengan diameter yang cukup homogen.

### Kinerja Pertumbuhan Ayam Broiler

Kinerja pertumbuhan ayam broiler dapat dilihat pada Tabel 2. Berdasarkan analisis statistik diperoleh hasil bahwa pemberian ekstrak buah senduduk sampai 3%, nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk sampai 3% dan simvastatin 0,1 mg/kg bobot badan simvastatin di dalam air minum tidak mempengaruhi ( $P>0,05$ ) konsumsi pakan ayam broiler. Hal ini disebabkan karena pemberian perlakuan-perlakuan tersebut di dalam air minum dalam jumlah yang sedikit

sehingga tidak mempengaruhi jumlah energi ataupun nutrisi lainnya yang dikonsumsi oleh ayam. Classen (2017) menyatakan ada beberapa faktor yang mempengaruhi konsumsi pakan ayam yaitu kandungan nutrisi, bentuk dan proses pembuatan pakan, umur unggas, serta lingkungan dan penyakit. Hal tersebut didukung oleh penelitian Ningsih *et al.* (2021) yang meneliti mengenai pengaruh nanoenkapsulasi buah mahkota dewa terhadap konsumsi pakan ayam broiler. Pakan yang diberikan mengandung kandungan energi dan protein yang relatif sama. Hasil penelitian tersebut menunjukkan konsumsi pakan ayam broiler yang relatif sama.

Berdasarkan analisis statistik diperoleh hasil bahwa pemberian ekstrak buah senduduk sampai 3%, nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk sampai 3% dan simvastatin 0,1 mg/kg bobot badan simvastatin tidak mempengaruhi ( $P>0,05$ ) bobot badan ayam broiler. Hal tersebut disebabkan oleh pemberian perlakuan-perlakuan tersebut menghasilkan konsumsi pakan ayam broiler yang relatif sama sehingga menyebabkan penambahan bobot badannya relatif sama pula. Abdollahi *et al.* (2013) menyatakan bahwa konsumsi pakan adalah faktor utama yang

Tabel 2. Kinerja pertumbuhan ayam broiler

Perlakuan	Konsumsi Pakan -----g/ekor/35hari-----	Bobot Badan	FCR
T0	3189,4±158,44	2155,4±94,43	1,48±0,10
T1	3101,4±151,47	2083,0±146,61	1,49±0,11
T2	3076,3±122,68	2073,6±89,92	1,49±0,09
T3	3232,8±132,94	2027,9±119,17	1,60±0,12
T4	3140,7±231,62	2014,8±110,87	1,56±0,07
T5	3308,9±255,92	2062,9±136,47	1,60±0,06

mempengaruhi tingkat pertumbuhan ayam broiler. Konsumsi pakan yang tinggi juga akan meningkatkan pertumbuhan yang ditunjukkan dalam peningkatan pertambahan bobot badan. Begitu pula sebaliknya, konsumsi pakan yang rendah akan diikuti dengan pertumbuhan ayam broiler rendah yang dapat dilihat dari peningkatan pertambahan bobot badan rendah.

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pemberian ekstrak buah senduduk sampai 3%, nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk sampai dosis 3% dan simvastatin 0,1 mg/kg bobot badan simvastatin tidak mempengaruhi ( $P > 0,05$ ) FCR ayam broiler. Hal ini disebabkan karena pemberian perlakuan-perlakuan tersebut pada ayam broiler menghasilkan konsumsi pakan dan bobot badan yang relatif sama sehingga menghasilkan FCR yang relatif sama pula. Konsumsi pakan dan bobot badan merupakan faktor utama yang mempengaruhi tinggi rendahnya FCR yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan FCR merupakan hasil bagi antara konsumsi pakan dengan bobot badan ayam broiler. Hal ini sesuai dengan pendapat Iqbal *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa konversi pakan ialah hasil perhitungan dari jumlah pakan yang dibutuhkan (konsumsi pakan (kg)) untuk menghasilkan 1 satuan bobot badan (kg). Semakin rendah FCR maka semakin tinggi nilai efisiensi dari pakan yang diberikan dan juga menandakan bahwa semakin baik pertumbuhan ayam broiler yang dipelihara (Qurniawan, Arief, & Afnan, 2017). Hasil penelitian ini menunjukkan FCR ayam broiler berkisar antara 1,48-1,60. Hasil tersebut tergolong baik karena dalam Marcu *et al.* (2013) standar FCR ayam broiler Ross 308 yaitu 1,608 dan Cobb 500 yaitu 1,599.

### KESIMPULAN

Pemberian ekstrak buah senduduk sampai 3%, nanoenkapsulasi ekstrak buah senduduk sampai level 3% dan simvastatin 0,1 mg/kg bobot badan tidak menurunkan performa ayam broiler. Hal ini terlihat pada konsumsi pakan, bobot badan dan FCR yang dihasilkan relatif sama.

### DAFTAR PUSTAKA

Abdollahi, M. R., V. Ravindran, & B. Svihus. (2013). Influence of grain type and feed form on performance, apparent metabolisable energy and ileal digestibility of nitrogen, starch, fat, calcium and phosphorus in

broiler starters. *Animal Feed Science and Technology* 186(3-4):193-203. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2013.10.015.

- Alves, A. D. C. S., R. M. Mainardes, & N. M. Khalil. (2016). Nanoencapsulation of gallic acid and evaluation of its cytotoxicity and antioxidant activity. *Materials Science and Engineering C* 60:126-34. doi: 10.1016/j.msec.2015.11.014.
- Blaiszik, B. J., N. R. Sottos, & S. R. White. (2008). Nanocapsules for self-healing materials. *Composites Science and Technology* 68(3-4):978-86. doi: 10.1016/j.compscitech.2007.07.021.
- Choiri, Z., N. D. Dono, B. Ariyadi, C. Hanim, R. Martien, & Zuprizal. (2017). Effect of nano-encapsulation of noni (*Morinda citrifolia*) fruit extract on jejunal morphology and microbial populations in laying hens. *Pakistan Journal of Nutrition* 17(1):34-38. doi: 10.3923/pjn.2018.34.38.
- Classen, Henry L. (2017). Diet energy and feed intake in chickens. *Animal Feed Science and Technology* 233:13-21. doi: 10.1016/j.ANIFEEDSCI.2016.03.004.
- Dani, M., Rusman, & Zuprizal. (2019). The influence of nano-encapsulation of *Melastoma malabathricum* L. Fruit extract to lipid profile of broiler chicken." *Buletin Peternakan* 43(4):237-41. doi: 10.21059/buletinpeternak.v43i4.42538.
- Fatonah, N., N. Idiawati, & Harlia. (2016). Uji stabilitas zat warna ekstrak buah senggani (*Melastoma malabathricum* L.). *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 5(1):29-35.
- Ferry, I. G. A., M. Manurung, & N. M. Puspawati. (2015). Efektifitas antosianin kulit buah jambang (*Syzygium cumini*) sebagai penurun low density lipoprotein darah tikus wistar yang mengalami hiperkolesterolemia. *Cakra Kimia* 3(2):9-22.
- Hanaor, D., M. Michelazzi, C. Leonelli, & C. C. Sorrell. (2012). The effects of carboxylic acids on the aqueous dispersion and electrophoretic deposition of  $ZrO_2$ . *Journal of the European Ceramic Society* 32(1):235-44. doi: 10.1016/j.jeurceramsoc.2011.08.015.
- Iqbal, J., N. Mukhtar, Z. U. Rehman, S. H. Khan, T. Ahmad, M. S. Anjum, R. H. Pasha, & S. Umar. (2017). Effects of egg weight on the egg quality, chick quality, and broiler performance at the later stages of production (week 60) in broiler breeders. *Journal of Applied Poultry Research* 26(2):183-91. doi: 10.3382/japr/pfw061.
- Katouzian, I., & S. M. Jafari. (2016). Nano-encapsulation as a promising approach

- for targeted delivery and controlled release of vitamins. *Trends in Food Science & Technology* 53:34–48. doi: 10.1016/j.TIFS.2016.05.002.
- Lise, I., F. Nielsen, R. Haren, E. L. Magnussen, L. O. Dragsted, & S. E. Rasmussen. (2003). Quantification of anthocyanins in commercial black currant juices by simple high-performance liquid chromatography. Investigation of Their PH Stability and Antioxidative Potency. *J. Agric. Food Chem.* 51(20): 5861-5866. doi: 10.1021/jf034004.
- Marcu, A., I. Vacaru-opri, G. Dumitrescu, L. Petculescu, A. Marcu, M. Nicula, I. Pe, D. Dronca, B. Kelciov, & C. Mari. (2013). The influence of genetics on economic efficiency of broiler chickens growth. *Animal Science and Biotechnologies* 46(2):339–46.
- Martien, R., A., I. D. K. Irianto, V. Farida, & D. P. Sari. (2012). Perkembangan teknologi nanopartikel dalam sistem penghantaran obat. *Majalah Farmaseutik* 8(1):133–44.
- Motiei, M., S. Kashanian, L. A. Lucia, & M. Khazaei. 2017. Intrinsic parameters for the synthesis and tuned properties of amphiphilic chitosan drug delivery nanocarriers. *Journal of Controlled Release* 260:213–25. doi: 10.1016/j.jconrel.2017.06.010.
- Ningsih, N., B. Aryadi, & Zuprizal. (2021). Penggunaan nanoenkapsulasi ekstrak buah mahkota dewa (*Phaleria macrocarpa*) dalam air minum terhadap performa produksi ayam broiler. *Jurnal Ilmu Peternakan Terapan* 4(200):84–91. doi: <https://doi.org/10.25047/jipt.v4i2.2500>.
- Ostolska, I., & M. Wiśniewska. (2014). Application of the zeta potential measurements to explanation of colloidal Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> stability mechanism in the presence of the ionic polyamino acids. *Colloid and Polymer Science* 292(10):2453–64. doi: 10.1007/S00396-014-3276-Y.
- Permana, A. W., S. M. Widayanti, S. Prabawati, & A. D. Setyabudi. (2012). Sifat antioksidan bubuk kulit buah manggis (*Garcinia mangostana L.*) Instan dan aplikasinya untuk minuman fungsional berkarbonasi. *J. Pascapanen* 9(2):88–95.
- Qurniawan, A., I. I. Arief, & R. Afnan. (2017). Performans produksi ayam pedaging pada lingkungan pemeliharaan dengan ketinggian yang berbeda di Sulawesi Selatan. *Jurnal Veteriner* 17(4):622–33. doi: 10.19087/jveteriner.2016.17.4.622.
- Rahmawanty, D., Effionora A, & A. Bahtiar. (2014). Formulasi gel menggunakan serbuk daging ikan haruan (*Channa striatus*) sebagai penyembuh luka. *Media Farmasi: Jurnal Ilmu Farmasi* 11(1):29–40. doi: 10.12928/MFV11I1.1395.
- Rampino, A., M. Borgogna, P. Blasi, B. Bellich, & A. Cesàro. (2013). Chitosan Nanoparticles: preparation, size evolution and stability. *International Journal of Pharmaceutics* 455(1–2):219–28. doi: 10.1016/j.ijpharm.2013.07.034.
- Tazar, N., F. Violalita, & M. Harni. (2018). Pengaruh metoda ekstraksi terhadap karakteristik ekstrak pekat pigmen antosianin dari buah senduduk (*Melastoma malabathricum L.*) serta kajian aktivitas antioksidannya. *Lambung* 17(1):10–17.