

KAJIAN META-ANALISIS: EFEKTIVITAS KAROTENOID TERHADAP PRODUKTIVITAS, KUALITAS TELUR, DAN IMUNITAS AYAM PETELUR

FITRI YUNITASARI



**ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA*

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Kajian Meta-Analisis: Efektivitas Karotenoid terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Imunitas Ayam Petelur” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2022

Fitri Yunitasari
D1501201008

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

FITRI YUNITASARI. Kajian Meta-Analisis: Efektivitas Karotenoid terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Imunitas Ayam Petelur. Dibimbing oleh NIKEN ULUPI dan ANURAGA JAYANEGARA.

Karotenoid merupakan kelompok pigmen warna alami (merah, kuning, dan jingga) yang tersebar luas di alam. Berdasarkan struktur kimianya, karotenoid dibagi menjadi dua kelompok: xantofil (lutein, zeaxantin, dan β -criptoxantin) dan karoten (α -karoten, β -karoten, dan likopen). Karotenoid dapat ditemukan pada berbagai jenis tumbuhan, mikroalga, bakteri, dan jamur. Fungsi biologis karotenoid adalah sebagai antibakteri, anti-inflamasi, dan imunomodulator. Penggunaan karotenoid dalam pakan ayam petelur telah menjadi subyek banyak penelitian, terutama karotenoid kuning (*apocarotenoic ester*). Hal ini berguna untuk menemukan kombinasi ransum guna meningkatkan warna kuning telur. Karotenoid terbukti dapat meningkatkan warna kuning telur (yolk) dan kandungan karoten. Kajian meta-analisis karotenoid dalam pakan ayam petelur terhadap produktivitas belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan bukti dan kajian komprehensif mengenai karotenoid dan pengaruhnya terhadap produktivitas, kualitas telur, dan imunitas ayam petelur.

Meta-analisis dilakukan dalam beberapa tahap, antara lain identifikasi, seleksi, dan pengecekan kesesuaian jurnal. Artikel diperoleh dari database Google Scholar mulai tahun 2012 hingga 2022. Sebanyak 47 artikel terseleksi untuk meta-analisis. Parameter yang diamati adalah konsumsi pakan, rasio konversi pakan (FCR), bobot badan akhir, produksi telur, bobot telur, ketebalan cangkang, warna kuning telur, haugh unit (HU), kolesterol kuning telur, karotenoid kuning telur, imunoglobulin A (IgA), serta sel darah putih. Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah *random-effect model* (REM) yang melibatkan dua kelompok yaitu kontrol dan perlakuan. *Effect size* dan *forest plot* penelitian menggunakan metode Hedge's d dengan software OpenMEE. Uji heterogenitas dan validasi data terhadap bias publikasi dianalisis menggunakan software JASP 0.16.2.

Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara penambahan karotenoid terhadap produktivitas, kualitas telur, dan imunitas. Karotenoid sebagai bahan tambahan pakan, efektif dalam meningkatkan konsumsi pakan 0,32 g/hari/ekor (95% *Confidence Interval* (CI) = 0,02; 0,61), bobot badan akhir 0,33 g/ekor (95% CI = 0,05; 0,60), produksi telur 0,38% (95% CI = 0,14; 0,63), berat telur 0,29 g (95% CI = 0,09; 0,5), warna kuning telur 2,11 (95% CI = 1,71; 2,51), HU 0,26 (95% CI = 0,11; 0,42), karotenoid kuning telur 1,17 $\mu\text{g}/\text{kg}$ (95% CI = 0,59; 1,75), IgA 0,74 mg/L (95% CI = 0,18; 1,29), serta menurunkan kolesterol kuning telur -0,38 mg/g (95% CI = -0,59; -0,16). FCR, ketebalan cangkang telur, dan sel darah putih tidak berbeda dengan kontrol. Uji heterogenitas menunjukkan bahwa terjadi variabilitas pada keseluruhan parameter (<0.05). Kesimpulannya, suplementasi karotenoid dapat meningkatkan produktivitas, kualitas telur dan imunitas.

Kata kunci: ayam petelur, karotenoid alami, pangan fungsional, produktivitas

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

FITRI YUNITASARI. Meta-Analysis Study: Effectiveness of Carotenoids on Productivity, Egg Quality, and Immunity of Laying Hens. Supervised by NIKEN ULUPI and ANURAGA JAYANEGARA.

Carotenoids are a group of natural color pigments (red, yellow, and orange) widely distributed in nature. Based on their chemical structure, carotenoids are divided into two groups; xanthophylls (lutein, zeaxanthin, and β -cryptoxanthin) and carotenes (α -carotene, β -carotene, and lycopene). Carotenoids can be found in various types of plants, microalgae, bacteria, and fungi. The biological function of carotenoids is as an antibacterial, anti-inflammatory, and immunomodulator. The use of carotenoids in animal feed has been the subject of many studies, especially yellow carotenoids (*apocarotenoid esters*). It is useful to find the perfect combination that will enhance the orange color of the yolk. Eggs are food sources that contain important nutrients in the form of selenium, B vitamins, provitamin A, amino acids, folic acid, and fatty acids. Carotenoids are proven to increase egg yolk color and carotene content. Therefore, valid evidence is needed to confirm the effectiveness of carotenoids in their application as feed additives for laying hens through a meta-analysis approach.

The meta-analysis was carried out in several stages, including identification, selection, and checking the suitability of the literature. The articles were obtained from the Google Scholar database from 2012 to 2022. A total of 47 articles were selected for meta-analysis. Parameters observed were feed intake, feed conversion ratio (FCR), final body weight, egg production, egg weight, shell thickness, yolk color, haugh unit (HU), egg yolk cholesterol, egg yolk carotenoids, immunoglobulin A (IgA), and white blood cells. The model used in this study was a random-effect model (REM) involving two groups, namely control and experiment. The effect size and forest plot used Hedge's method using OpenMEE software. The heterogeneity test and data validation against publication bias were analyzed using JASP 0.16.2 software.

The results showed a significant relationship between the addition of carotenoids to performance, egg quality, and immunity. Carotenoids as feed additives were effective in increasing feed intake by 0.32 g/day/hen (95% confidence interval (CI) = 0.02 to 0.61), final body weight by 0.33 g/hen (95% CI = 0.05 to 0.60), egg production by 0.38% (95% CI = 0.14 to 0.63), egg weight by 0.29 g (95% CI = 0.09 to 0.5), yolk colour by 2.11 (95% CI = 1.71 to 2.51), haugh unit (HU) by 0.26 (95% CI = 0.11 to 0.42), yolk carotenoids by 1.17 μ g/kg (95% CI = 0.59 to 1.75), immunoglobulin A (IgA) by 0.74 mg/L (95% CI = 0.18 to 1.29), and lower yolk cholesterol by -0.38 mg/g (95% CI = -0.59 to -0.16). FCR, eggshell thickness, and white blood cells were unaffected by the application of carotenoids. The heterogeneity analysis showed variability in all studies (<0.05). In conclusion, carotenoid supplementation can elevate productivity, enhance egg quality, and improve immunity.

Keywords: functional food, laying hens, natural carotenoids, productivity

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta Milik IPB, Tahun 2022

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah; dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

KAJIAN META-ANALISIS: EFEKTIVITAS KAROTENOID TERHADAP PRODUKTIVITAS, KUALITAS TELUR, DAN IMUNITAS AYAM PETELUR

FITRI YUNITASARI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan

**ILMU PRODUKSI DAN TEKNOLOGI PETERNAKAN
SEKOLAH PASCASARJANA
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2022**

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:

1. Dr. Ir. Rita Mutia, M. Agr.



Judul Tesis : Kajian Meta-analisis: Efektivitas Karotenoid terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Imunitas Ayam Petelur
Nama : Fitri Yunitasari
NIM : D1501201008

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Niken Ulupi, M. S.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Anuraga Jayanegara, S. Pt., M. Sc.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Salundik, M. Si.
NIP 19640406 198903 1 003

Dekan Fakultas Peternakan:
Dr. Ir. Idat Galih Permana, M. ScAgr.
NIP 19670506 199103 1 001

Tanggal Ujian: 14 November 2022

Tanggal Lulus: 07 DEC 2022

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis dengan judul “Kajian Meta-analisis: Efektivitas Karotenoid terhadap Produktivitas, Kualitas Telur, dan Imunitas Ayam Petelur”. Terima kasih penulis ucapkan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Niken Ulupi, M. S. dan Prof. Dr. Anuraga Jayanegara, S.Pt., M. Sc., sebagai komisi pembimbing yang telah memberikan arahan, saran, dan bimbingan mulai dari penyusunan proposal, analisis data, hingga penulisan tesis.
2. Rektor, Dekan, Ketua Program Studi Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan (Dr. Ir. Salundik, M. Si.), serta staf pengajar, yang telah memfasilitasi penulis dalam proses belajar dari awal hingga penyelesaian studi.
3. Dosen penguji tesis Dr. Ir. Rita Mutia, M. Agr. atas saran dan koreksi yang sangat berharga untuk perbaikan tesis.
4. Kementerian Keuangan yang telah memberikan kesempatan untuk melanjutkan studi Program Magister melalui Beasiswa Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP).
5. Ayahanda Bapak Juraemi dan Ibunda Ibu Warsinah serta kakak-kakak tercinta Lisyanti dan Dwi Wahyuningsih yang tiada henti memberikan kasih sayang, doa, serta dukungan dengan penuh keikhlasan.
6. Teman-teman angkatan 2020, khususnya Satri Yusasra Agasi, Indri Nur Krisna Tarigan, Muhammad Suhendra, Dita Arum Anggraini, Rizkhy Erwanda, Muhammad Agus Tahar, Jordi Aditya Prameswara, Muhammad Kholid Al Fadil, Alifah Maulidiyah, Widya Febriani dan lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu.
7. Teman-teman PB UNS 2019: Muhammad Aminulloh, Rizqi Dwi Maharani, dan Fatwa Nuraini yang senantiasa memberikan dukungan dan semangat.
8. Teman-teman Universitas Diponegoro: Muhammad Najibulloh dan Hanna Dzawis Shihah yang telah mendukung mulai dari proses pendaftaran beasiswa hingga penulisan tesis.
9. Teman-teman SMA: Ari Kurnia, Hanik Amakrufah, dan Aji Priyanto.
10. Pihak-pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.
11. *Lastly, thank me for doing all this hard work, never giving up, and just being me. I am exceptionally grateful for my struggles because I would not have found my strength and crossed my limitations without all of them.*

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan, sehingga kritik dan saran yang membangun masih sangat diharapkan. Semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi para pembaca dan kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2022

Fitri Yunitasari

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xiv
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	5
II METODE	6
2.1 Pencarian Literatur	6
2.2 Metode Seleksi	6
2.3 Pengembangan Basis Data	6
2.4 Analisis Data	7
2.5 Analisis Statistik	9
III HASIL DAN PEMBAHASAN	10
3.1 Aktivitas Karotenoid terhadap Produktivitas Ayam Petelur	13
3.2 Aktivitas Karotenoid terhadap Kualitas Telur	20
3.3 Aktivitas Karotenoid terhadap Imunitas Ayam Petelur	30
3.4 Senyawa Aktif dan Mekanisme Karotenoid dalam Tubuh Ayam Petelur	33
IV SIMPULAN DAN SARAN	36
4.1 Simpulan	36
4.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
RIWAYAT HIDUP	45

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR TABEL

1	Deskripsi studi meta-analisis penggunaan karotenoid dalam pakan ayam petelur	11
2	Deskripsi studi aplikasi karotenoid alami pada pakan terhadap performa ayam petelur	13
	Hasil meta-analisis efektivitas karotenoid terhadap performa ayam petelur	14
4	Deskripsi studi aplikasi karotenoid alami pada pakan terhadap kualitas telur	20
	Hasil meta-analisis efektivitas karotenoid terhadap kualitas telur	22
9	Deskripsi studi aplikasi karotenoid alami pada pakan terhadap imunitas ayam petelur	30
	Hasil meta-analisis efektivitas karotenoid terhadap imunitas ayam petelur	31

DAFTAR GAMBAR

1.1	Struktur kimia karotenoid	2
1.2	Fungsi karotenoid	3
2.1	Tahapan meta-analisis	7
3.1	Diagram meta-analisis penyeleksian, inklusi, dan eksklusi artikel	10
3.1.1	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter konsumsi pakan	15
3.1.2	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter konversi pakan	17
3.1.3	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter bobot badan akhir	18
3.1.4	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter produksi telur	19
3.2.1	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter berat telur	23
3.2.2	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter ketebalan cangkang	24
3.2.3	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter warna kuning telur	25
3.2.4	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter haugh unit	27
3.2.5	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter kolesterol kuning telur	28
3.2.6	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter karotenoid kuning telur	30
3.3.1	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter imunoglobulin A (IgA)	32
3.3.2	Grafik <i>forest plot</i> dan <i>funnel plot</i> parameter sel darah putih	33