



## **Potensi Ayam Arab sebagai Penghasil Pangan Fungsional yang Terintegrasi dengan Ulat Hongkong dan Tanaman**

(Arabic Chicken Potential as Functional Food Integrated with *Tenebrio molitor* and Plant)

Rab SA<sup>1,\*</sup>, AM Fuah<sup>2</sup>, Salundik<sup>2</sup>, A Yani<sup>2</sup>, Sumiati<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sekolah Pascasarjana, Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, IPB

<sup>2</sup> Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan, IPB

<sup>3</sup> Departemen Nutrisi dan Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan, IPB

\* Penulis Korespondensi ([samsualamrab@gmail.com](mailto:samsualamrab@gmail.com))

Dikirim (*received*): 26 April 2023; dinyatakan diterima (*accepted*): 9 Mei 2023; terbit (*published*): 31 Mei 2023.

Artikel ini dipublikasi secara daring pada

[https://ejournal.unib.ac.id/index.php/buletin\\_pt/index](https://ejournal.unib.ac.id/index.php/buletin_pt/index)

### **ABSTRACT**

This literature review aims to discuss potential Arabic chicken as functional food integrated with *Tenebrio molitor* and plants. The results show that Arabic chicken is one of the poultry farm commodities in Indonesia. It has adaptive advantages to the environment and high egg production around 250 to 280 eggs/year. Arabic chicken has potential as functional food. Innovation was needed to produce omega 3 eggs as functional food with adding *tenebrio molitor* in fed. *Tenebrio molitor* has a high quantity and quality of protein content and amino acid profile. Arabic chicken also produce waste, if not managed properly will have a bad impact on livestock and human health and environmental pollution. Arabic chicken was able to produce fresh waste of about 80 to 100 g/day. Feces from Arabic chickem contains lots of nutrien such as nitrogen, phosphorus and potassium which are good for improving soil structure and plant growth. Integration system between Arabic chickens, *tenebrio molitor* and plants has the potential for developed to produce functional food. It can be concluded that *Tenebrio molitor* as a source of protein in fed, also have a special function to produce eggs enrichment with omega 3. By-products from Arabic chicken can be used as organic plant fertilizers, so it can overcome environmental problems and reduce chemical fertilizers.

Key words: Arabic chicken, functional food, *Tenebrio molitor*, plant

### **ABSTRAK**

Telaah pustaka ini bertujuan untuk membahas potensi ayam arab sebagai ternak penghasil pangan fungsional yang diintegrasikan dengan ulat hongkong dan tanaman. Hasil telaah menunjukkan bahwa ayam Arab merupakan salah satu komoditas peternakan unggas yang diusahakan di Indonesia. Memiliki keunggulan adaptif terhadap lingkungan dan produksi telur tinggi sekitar 250 hingga 280 butir/tahun. Ayam arab memiliki potensi sebagai penghasil pangan fungsional. Inovasi untuk menghasilkan telur omega 3 sebagai pangan fungsional, salah satunya pemanfaatan ulat hongkong dalam ransum ternak. Ulat hongkong memiliki kandungan protein dan profil asam amino yang tinggi. Selain telur, ayam arab juga menghasilkan limbah yang dapat berdampak buruk terhadap kesehatan ternak dan manusia. Limbah ayam kaya nutrisi mengandung banyak nitrogen, fosfor dan kalium yang baik untuk perbaikan struktur tanah dan pertumbuhan tanaman. Usaha peternakan sistem integrasi antara ayam arab, ulat hongkong dan tanaman berpotensi dikembangkan sebagai penghasil pangan fungsional. Dapat disimpulkan ulat hongkong selain sebagai sumber protein dalam pakan, juga memiliki fungsi khusus untuk menghasilkan telur tinggi omega 3. Produk sampingan, berupa limbah yang dihasilkan ayam arab dimanfaatkan sebagai pupuk organik tanaman, sehingga bisa mengatasi permasalahan lingkungan dan mengurangi ketergantungan pupuk kimia.

Kata kunci: Ayam arab, pangan fungsional, ulat hongkong, tanaman

## PENDAHULUAN

Peternakan ayam buras merupakan salah satu komoditas peternakan unggas yang diusahakan di Indonesia. Populasi dan Perkembangan populasi ayam buras pada tahun 2020 sekitar 304,5 Juta ekor, terjadi peningkatan sekitar 1,22% dari tahun 2019 dan memiliki produksi telur 358,9 ribu ton atau 6,11% dari produksi telur nasional (BPS, 2021). Tren peningkatan ini menjadi potensi untuk dikembangkan sebagai ayam penghasil telur selain ayam ras. Salah satu ternak ayam buras yang memiliki potensi dikembangkan yaitu ayam arab. Siklus pemeliharaan ayam arab sekitar 1,5 sampai 2 tahun/periode sampai ayam diafkir. Memiliki keunggulan adaptif terhadap lingkungan (Putra et al. 2022). Produksi ayam sekitar 250 hingga 280 butir/tahun, berat telur 38,89 g, umur produksi 25 minggu serta kandungan protein dan lemak telur sekitar 15,05 sampai 18,74% dan 13,80% (Yumna et al. 2011).

Produktivitas ayam arab yang optimal dapat dicapai dengan pemberian pakan yang cukup baik dari segi kuantitas maupun kualitasnya. Alternatif pakan sumber protein yang memiliki potensi dijadikan bahan pakan adalah ulat Hongkong (*Tenebrio molitor*). Memiliki kandungan gizi yang tinggi dan bisa menjadi alternatif sumber protein dalam pakan ternak serta berpotensi terhadap keberlanjutan industri pakan (Mancini et al. 2020; Tognocchi et al. 2022). Kandungan larva *tenebrio molitor* protein kasar 46-56%, lemak 25-35%, memiliki kandungan asam lemak esensial yang berlimpah dengan stabilitas oksidatif tinggi (Jeon et al. 2016; Bovera et al. 2018; Yoo et al. 2019). Selain itu, pengaplikasian ulat hongkong dalam ransum ternak ayam mampu menghasilkan telur omega tinggi (Rahmawati et al. 2022).

Produk sampingan ayam arab berupa limbah yang tidak diolah dengan baik akan menyebabkan pencemaran lingkungan. Jika satu ekor ayam menghasilkan kotoran segar 80 sampai 100 g/ekor/hari (Manogaran et al. 2022), maka menghasilkan sekitar 56,7

ton/ekor/periode. Sehingga perlu adanya pengolahan lanjut agar limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan dan tidak mengganggu kesehatan ternak maupun manusia.

Metode pengolahan limbah dapat dilakukan dengan pengomposan, biogas, pirolisis dan gasifikasi (Manogaran et al. 2022). Namun, secara umum teknik yang sering digunakan adalah teknik pengomposan karena mudah dan tidak membutuhkan biaya yang besar. Kompos ayam kaya nutrisi mengandung banyak nitrogen, fosfor dan kalium. Pengamatan penggunaan kompos yang dilakukan Hernández et al. (2016) melaporkan hasil panen tanaman selada dengan pengolahan lahan secara organik menghasilkan panen selada yang sama atau bahkan lebih tinggi daripada lahan yang diolah dengan pemupukan anorganik konvensional.

Perencanaan pembangunan peternakan dengan memaksimalkan sumber daya dapat dilakukan dengan memadukan ternak dan tanaman (konsep integrasi ternak tanaman). Konsep integrasi memberikan nilai dan manfaat ekonomi ketika satu usahatani menghasilkan dua atau lebih produk yang berbeda dengan biaya produksi rata-rata yang lebih rendah daripada usahatani yang dilakukan dengan tanpa integrasi (Sneessens et al. 2016). Integrasi ternak-tanaman merupakan konsep sistem zero waste dan sistem pertanian berkelanjutan produksi peternakan (Xue et al. 2014; Santoso 2017; Ryschawy et al. 2022) Berdasarkan uraian tersebut, maka perlu mengulas potensi ayam arab sebagai penghasil pangan fungsional yang terintegrasi dengan ulat hongkong dan tanaman.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Konsep Sistem Integrasi Ternak Tanaman*

Sistem integrasi ternak tanaman merupakan kegiatan usahatani yang memadukan komoditas peternakan dan usaha pertanian. Menurut Pasandaran *et al.* (2006) sistem integrasi tanaman-ternak adalah suatu sistem pertanian dimana adanya keterkaitan yang sinergis antara komponen tanaman dengan ternak sehingga hijauan tanaman dan residu hasil tanaman merupakan salah satu sumber pakan utama dan sebaliknya ternak menyediakan pupuk organik yang penting bagi pertumbuhan tanaman. Dampak positif dari penerapan integrasi ternak-tanaman diantaranya diversifikasi penggunaan sumberdaya produksi, meningkatkan pendapatan peternak, dapat mengurangi dampak polusi, meningkatkan output, efisiensi tenaga kerja dan mengurangi ketergantungan terhadap energi kimia (Moraes *et al.* 2014; Mosnier *et al.* 2017). Memberikan manfaat konservasi lahan, peningkatan kualitas air, peningkatan produktivitas tanaman dan usaha ternak secara berkelanjutan (Poffenbarger *et al.* 2017; Syaikat dan Julistia 2019). Penerapan model integrasi dalam usaha tani dapat memadukan berbagai jenis komoditas, baik itu peternakan, perkebunan, pertanian, perikanan maupun komoditas lainnya.

De Moraes *et al.* (2014) melakukan pengamatan sistem integrasi tanaman-ternak di Brazil menunjukkan banyak manfaat pada aspek tanah, tanaman dan ternak. Selain manfaat lingkungan, hasil panen tanaman lebih tinggi dan memberikan keuntungan bagi petani dibandingkan dengan pertanian yang tidak terintegrasi. Pengelolaan ternak dan tanaman yang tepat berdasarkan prinsip-prinsip pertanian konservasi dapat menghasilkan sistem yang dapat menyelesaikan tantangan antara produksi dengan konservasi. Namun, tantangan mengimplementasikan sistem integrasi membutuhkan biaya yang lebih besar untuk membangun fasilitas, keahlian teknis dan pengetahuan finansial serta pengetahuan lainnya yang dibutuhkan.

Penerapan sistem integrasi juga dilakukan pada lebah madu dengan kebun kopi (Saepudin *et al.* 2011). Produksi madu menunjukkan lebih tinggi 114% dibandingkan dengan produksi madu di luar kebun. Sama halnya dengan produksi madu, produksi kopi pada integrasi lebah madu dan tanaman kopi secara signifikan lebih tinggi 10,55% dibandingkan dengan yang tidak diserbuki oleh *Apis cerana*. Pengelolaan lebah perlu didesain dalam kawasan yang lebih komprehensif, hal ini terkait dengan produktivitas lebah yang pertumbuhan populasinya tergantung ketersediaan nektar dan polen secara alami.

Penelitian Mahatmayana (2021) menganalisis penerapan sistem usahatani terintegrasi di provinsi Bali dengan dua model yaitu integrasi di unit petani dan integrasi di wilayah kelompok tani. Kriteria luas lahan petani dibedakan menjadi lahan sempit ( $\leq 0,50$  hektar) dan lahan luas ( $> 0,50$  hektar). Pendapatan usahatani model integrasi di wilayah kelompok tani Rp35.280.000 sampai Rp38.878.000/tahun, sedangkan model integrasi di unit petani Rp29.862.000 sampai Rp30.553.000/tahun. Secara kelayakan usaha kedua model menguntungkan dengan nilai R/C masing-masing 2,20 sampai 2,18 dan 2,04 sampai 2,05. Pola integrasi usaha pembibitan sapi dengan sawit dengan lama usaha 12 bulan dengan skala usaha lima ekor ternak sapi memberikan keuntungan dengan nilai R/C berkisar 1,05 sampai 2,84. Kriteria kelayakan nilai NPV lebih besar nol, B/C 1,35 sampai 2,67, nilai IRR antara 21 sampai 29% dan butuh waktu 4,91 sampai 6,4 tahun untuk pengembalian modal (Ilham dan Saliem 2011).

Pengamatan terhadap sistem integrasi tanaman-unggas sebagai strategi adaptasi terhadap perubahan iklim di Kenya (Mulungu dan Kangogo 2022).

Pengamatan terhadap praktek *climat-smart agriculture* yaitu pengembangan jagung unggul, pengolahan tanah, usaha ayam kampung dan kombinasinya. Pengamatan penerapan *climat-smart agriculture* terhadap ketahanan pangan dan pendapatan petani. Untuk ketahanan pangan, dampak yang paling signifikan diwujudkan dengan kombinasi antara usaha ayam kampung dengan tanaman, hal disebabkan karena usaha ayam menyediakan daging dan telur yang dapat digunakan sebagai makanan rumah tangga atau dengan mudah dijual untuk membeli kebutuhan yang lain.

#### *Produktivitas Ayam arab*

Ayam arab merupakan jenis ayam buras dan berperan dalam produksi telur di Indonesia. Termasuk ayam lokal Indonesia yang memiliki potensi sebagai penghasil telur dan memiliki keunggulan adaptif terhadap lingkungan (Putra *et al.* 2022). Karakteristik telur mirip dengan ayam kampung dan hampir tidak memiliki sifat mengeram. Ayam arab ada dua jenis yaitu ayam arab gold (Braekel kriel golden) dan ayam arab silver (Braekel kriel silver). Produksi ayam sekitar 250-280 butir/tahun, berat telur 38,89 g, umur produksi 25 minggu serta kandungan protein dan lemak telur sekitar 15,05 sampai 18,74% dan 13,80% (Yumna *et al.* 2011).

Konsumsi pakan dibutuhkan ternak untuk memenuhi kebutuhan energi pokok hidup serta digunakan untuk pertumbuhan dan proses produksi telur. Produktivitas ayam arab dapat dilihat berdasarkan jumlah konsumsi pakan, konversi pakan, serta produksi telurnya. Konsumsi pakan pada ayam arab rata-rata berkisar di antara 78,31 sampai 79,14 g/ekor/hari, 81 g/ekor/hari (Syafwan dan Noferdiman 2020). Konversi pakan 3,48 hingga 4,10 (Rizal *et al.* 2015), 5,10 hingga 6,89 (Darwati *et al.* 2017). Agar produksi ayam arab optimal membutuhkan pakan yang memiliki kualitas baik.

Secara umum, penelitian dalam bidang pakan dan nutrisi ternak terus dilakukan untuk

mencari alternatif bahan pakan sumber protein pengganti tepung kedelai dan tepung ikan dalam ransum ternak (Hidayat 2018). Alternatif yang menjadi perhatian adalah pemanfaatan insekta sebagai pakan sumber protein. Insekta kaya akan kandungan nutrisi (protein, mineral, vitamin, lemak), produksi insekta terbilang murah, dan komposisi asam amino lebih baik dari protein nabati, khususnya asam amino esensial yang mengandung sulfur (Makkar *et al.* 2014; Hidayat 2018).

#### *Potensi Ulat Hongkong Sebagai Pakan Ayam Arab*

Ulat hongkong salah satu insekta yang potensial sebagai pakan ternak. Siklus hidup ulat hongkong terdiri atas lima fase yaitu mulai dari telur, larva, pupa atau kepompong, dan terakhir menjadi kumbang (hartiningsih dan sari). Telur setelah 7 hari akan menetas menjadi larva, sekitar umur 40 hari larva menjadi ulat dewasa untuk siap dipanen dan umur panen disesuaikan dengan permintaan pasar. Fase berikutnya ulat dewasa akan menjadi pupa (7 hari) dan fase terakhir adalah kumbang. Produksi telur ulat hongkong sekitar 275 hingga 300 butir untuk satu ekor kumbang dewasa, sehingga sekali panen dapat mencapai 100 kg larva umur empat bulan. Ulat hongkong atau mealworm, dianggap sebagai sumber protein yang baik untuk ternak monogastrik, memiliki kuantitas dan kualitas kandungan protein dan profil asam amino yang tinggi (Hong dan Han 2020).

Beberapa pengamatan terkait penggunaan ulat hongkong sebagai pakan ternak. Penggunaan ulat hongkong dalam pakan ternak dan dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan dan kekebalan tubuh (Benzertiha *et al.* 2020; Zhang *et al.* 2022) penggunaan 30% dapat menggantikan SBM dalam pakan ikan nila

tanpa mengubah kualitas daging. Meningkatkan pertumbuhan tanpa memiliki efek negatif sifat karkas dan profil darah pada ayam broiler, sebagai pengganti tepung ikan tidak menghasilkan perbedaan kinerja pertumbuhan dan pencernaan pada ternak babi (Hong dan Han 2020). Kandungan omega 3 larva ulat hongkong sekitar 33,64%, dan pengaplikasian dalam ransum ayam petelur dapat meningkatkan berat telur 2,02 hingga 2,10%, menghasilkan telur tinggi omega 3, meningkatkan imunitas ternak, memperbaiki kualitas produk unggas yang bermanfaat bagi kesehatan manusia (Lee et al. 2019; Rahmawati et al. 2022).

#### *Potensi Limbah Ayam Arab Sebagai Pupuk Kompos*

Ternak ayam merupakan ternak yang paling banyak dikembangkan pada industri unggas. Semakin pesatnya populasi ternak ayam mengakibatkan produksi limbah yang dihasilkan juga semakin melimpah (Lee et al. 2017). Seekor ayam mampu menghasilkan limbah segar sekitar 80-100 g/hari, setara dengan 3-4% dari berat badannya (Manogaran et al. 2022). Namun, keberadaannya dapat mengganggu lingkungan dan kesehatan manusia karena menimbulkan bau yang tidak sedap, menjadi penyebaran patogen dan resistensi antibiotik apabila tidak ditangani dengan baik (Duan et al. 2019). Kotoran ternak merupakan komponen penyumbang emisi gas rumah kaca yang cukup besar, menimbulkan gas yang dapat mencemari lingkungan (Wu et al. 2013; Defari et al. 2017). Sekitar 160 senyawa berbau, emisi NO<sub>2</sub>, pelepasan NO<sub>3</sub>, kehilangan nitrogen akibat penguapan amonia menjadi permasalahan dalam limbah industri unggas (O'Neill dan Phillips 1992; Alvarez González et al. 2009). Pemanfaatan limbah segar secara langsung sebagai pupuk tanpa pengolahan dapat menimbulkan dampak yang buruk terhadap lingkungan. Kotoran yang penuh dengan lalat apabila digunakan di lahan pertanian, telur-telurnya akan menetas menjadi lalat yang dapat mengakibatkan

masalah kesehatan dan masalah sosial (Singh et al. 2018). Perlu adanya pengolahan lanjut agar limbah yang dihasilkan tidak mencemari lingkungan dan tidak mengganggu kesehatan ternak maupun manusia.

Limbah ternak ayam di masa yang akan datang diproyeksikan akan terus meningkat. Metode pengolahan limbah dapat dilakukan dengan pengomposan, biogas, pirolisis dan gasifikasi (Manogaran et al. 2022). Namun, secara umum teknik yang sering digunakan adalah teknik pengomposan karena mudah dan tidak membutuhkan biaya yang besar. Dalam melakukan pengolahan dapat dikombinasikan dengan bahan organik lain dan hasilnya memberikan dampak yang signifikan. Penggunaan biochar bambu 10% dapat menstimulasi aktivitas mikroba untuk mempercepat degradasi sampah organik, mengurangi VCA dan emisi bau sehingga meningkatkan kualitas produk akhir (Duan et al. 2019). Pengaruh penggunaan mikroorganisme pada pengomposan kotoran ayam dengan jerami jagung mempercepat proses pengomposan dan secara signifikan menurunkan kandungan NH<sub>4</sub>, perbaikan terlihat pada perubahan nitrogen, tingkat pelapukan, dan kematangan kompos (Wan et al. 2020).

Kotoran ayam termasuk limbah organik yang kaya nutrisi mengandung banyak nitrogen, fosfor dan kalium. Pengamatan yang dilakukan Virgundari et al. (2013) melaporkan penggunaan pupuk kandang ayam yang dikombinasikan dengan pupuk KCL, memberikan pengaruh pertumbuhan dan produksi pada tanaman cabai yang lebih baik dengan pupuk kandang dari ternak sapi dan kambing. Pengamatan penggunaan kompos yang dilakukan Hernández et al. (2016) melaporkan hasil panen tanaman selada dengan pengolahan lahan secara organik menghasilkan panen selada yang sama

atau bahkan lebih tinggi daripada lahan yang diolah dengan pemupukan anorganik konvensional. Konsentrasi logam berat pada daun selada tidak meningkat dengan penggunaan kompos, dan nilai yang dihasilkan dibawah batas normal. Kompos memberikan dampak positif dalam jangka yang panjang terhadap mikrobiologi tanah dengan penggunaan bahan organik secara berulang. Pasokan senyawa C yang mudah terurai dan biomassa yang disediakan menjadi faktor yang berpengaruh terhadap peningkatan populasi mikrobiologi di dalam tanah. Sifat-sifat mikrobiologi tanah dan kapasitas kemampuan daya mengikat air meningkat pada lahan yang diolah secara organik. Pupuk kompos dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan mikrobiologi tanah serta meningkatkan kandungan C organik dan unsur hara di dalam tanah. Selada yang dihasilkan juga lebih sehat dan menjadi solusi penghematan penggunaan pupuk anorganik.

#### *Telur Ayam Arab Sebagai Pangan Fungsional*

Penentuan dan pemilihan produk pangan pada negara-negara maju tidak hanya berdasarkan kandungan gizi dan cita rasanya, namun juga cenderung memilih pangan yang memiliki manfaat untuk kesehatan. Mengonsumsi pangan fungsional selain manfaat gizinya, diperoleh juga senyawa aktif yang dikonsumsi secara tidak langsung (Kusumayanti *et al.* 2018). Pangan fungsional merupakan produk makanan yang memiliki penampilan seperti makanan pada umumnya, dapat memberikan manfaat lebih terhadap tubuh, memiliki aspek fisiologis sehingga dapat mengatasi gangguan dan penyakit tertentu (Tahergorabi *et al.* 2015; Çakiroğlu dan Uçar 2018). Karakteristik produk pangan fungsional harus memiliki komposisi dan kondisi pengolahan yang disesuaikan untuk mencegah keberadaan komponen yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan baik secara alami maupun sintesis (Bech-Larsen dan Grunert 2003).

Menurut (Ziemer dan Gibson 1998) cara membuat produk makanan fungsional adalah menaikkan konsentrasi komponen yang mempunyai efek menguntungkan, misalnya serat pangan, mengurangi komponen yang berdampak negatif, misalnya racun, alergi dan mutagenik, menggantikan komponen negatif dengan yang berefek positif tanpa menyebabkan gangguan kandungan gizinya seperti pengantian lemak dengan karbohidrat tertentu. Beberapa komponen aktif dan klaim kesehatan makanan fungsional yang memiliki aspek fisiologis sehingga menimbulkan efek kesehatan diantaranya serat pangan, inulin dan FOS (Fruktooligosakarida), senyawa antioksidan, PUFA, CLA, dan senyawa antioksin (Marsono 2008). Sumber pangan fungsional dapat berasal dari tanaman seperti kedelai, beras merah, dan tomat. Sedangkan sumber lainnya yaitu berasal dari produk peternakan seperti daging, ikan, susu dan telur.

Telur merupakan salah produk peternakan unggas yang digemari oleh masyarakat, memiliki harga terjangkau dan mudah didapat. Sebagai sumber protein hewani telur dapat dicerna dan diserap oleh tubuh sebanyak 98%, dan juga mengandung omega 3 (DHA dan EPA). Omega 3 memiliki manfaat bagi kesehatan yang berkaitan dengan pencegahan penyakit jantung dan anti inflamasi (Adkins dan Kelley 2010; Weintraub 2014; Bhardwaj *et al.* 2016), mengurangi gejala psikotik (Hsu *et al.* 2020), mengurangi kadar trigliserida dan sebagai antioksidan (Brinton dan Mason 2017). Inovasi diperlukan menghasilkan telur omega 3 sebagai pangan fungsional agar dapat memenuhi asupan gizi dan memberikan manfaat pada masyarakat. Kajian dan penelitian telah dilakukan untuk menghasilkan telur tinggi omega 3. Penggunaan biji rami dalam pakan ayam

petelur meningkatkan kandungan ALA dan omega 3 (FUPA) telur (Corrales-Retana *et al.* 2021), pemberian larva ulat hongkong dalam pakan ayam dapat memperbaiki kualitas dan menghasilkan telur tinggi omega 3 (Rahmawati *et al.*, 2022).

## KESIMPULAN

Peternakan ayam arab yang terintegrasi dengan ulat hongkong dan tanaman memiliki potensi dikembangkan sebagai penghasil pangan fungsional. Ulat hongkong selain sebagai sumber protein, juga memiliki fungsi khusus untuk menghasilkan telur tinggi omega 3. Limbah yang dihasilkan oleh ayam arab dimanfaatkan sebagai pupuk organik untuk mengurangi ketergantungan pupuk kimia

## DAFTAR PUSTAKA

- Adkins, Y., D.S. Kelley. 2010. Mechanisms underlying the cardioprotective effects of omega-3 polyunsaturated fatty acids. *J. Nutr. Biochem.*, 21(9):781–792. doi:10.1016/j.jnutbio.2009.12.004.
- Alvarez-González, C.E., E. Gil, M. Fernández-Falcón, M.M. Hernández. 2009. Water leachates of nitrate nitrogen and cations from poultry manure added to an alfisol udalf soil. *Water Air Soil Pollut.*, 202(1):273–288. doi:10.1007/s11270-008-9975-6.
- Bech-Larsen, T., K.G. Grunert. 2003. The perceived healthiness of functional foods. A conjoint study of Danish, Finnish and American consumers' perception of functional foods. *Appetite*, 40(1):9–14. doi:10.1016/s0195-6663(02)00171-x.
- Benzertiha, A., B. Kierończyk, P. Kołodziejewski, E. Pruszyńska-Oszmałek, M. Rawski, D. Józefiak, A. Józefiak. 2020. *Tenebrio molitor* and *Zophobas morio* full-fat meals as functional feed additives affect broiler chickens' growth performance and immune system traits. *Poult. Sci.*, 99(1):196–206. doi:10.3382/ps/pez450.
- Bhardwaj, K., N. Verma, R.K. Trivedi, S. Bhardwaj, N. Shukla. 2016. Significance of ratio of omega-3 and omega-6 in human health with special reference to flaxseed oil. *Int. J. Biol. Chem.*, 10(1–4):1–6. doi:10.3923/ijbc.2016.1.6.
- Bovera, F., R. Loponte, S. Marono, G. Piccolo, G. Parisi, V. Iaconisi, L. Gasco, A. Nizza. 2018. Use of *Tenebrio molitor* larvae meal as protein source in broiler diet : Effect on growth performance , nutrient digestibility, and carcass and meat trait. *J. Anim. Sci.*, February 2016. doi:10.2527/jas2015-9201.
- Brinton, E.A., R.P. Mason. 2017. Prescription omega-3 fatty acid products containing highly purified eicosapentaenoic acid (EPA). *Lipids Health Dis.*, 16(1):1–13. doi:10.1186/s12944-017-0415-8.
- Çakiroğlu, F.P., A. Uçar. 2018. Consumer attitudes towards purchasing functional products. *Prog. Nutr.*, 20(2):257–262. doi:10.23751/pn.v20i2.5859.
- Corrales-Retana, L., F. Ciucci, G. Conte, L. Casarosa, M. Mele, A. Serra. 2021. Profile of fatty acid lipid fractions of omega-3 fatty acid-enriched table eggs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)*, 105(2):326–335. doi:10.1111/jpn.13462.
- Darwati, S., R.V.S.M. Afnan. 2017. Growth of Merawang Chicken with Arab Chicken crossing and its reciprocal at 1 to 10 weeks of age. 7th Int. Semin. Trop. Anim. Prod., siap terbit.
- Defari, E.K.D., G. Senoaji, F. Hidayat. 2017. Pemanfaatan limbah kotoran ayam sebagai bahan baku pembuatan kompos. *Dharma Raflesia*, 12(1):11–20. doi:10.33369/dr.v12i1.3383.
- Duan, Y., S.K. Awasthi, T. Liu, Z. Zhang, M.K. Awasthi. 2019. Response of bamboo biochar amendment on volatile fatty acids accumulation reduction and humification during chicken manure composting.

- Bioresour. Technol., 291 July:121845. doi:10.1016/j.biortech.2019.121845.
- Hernández, T., C. Chocano, J.L. Moreno, C. García. 2016. Use of compost as an alternative to conventional inorganic fertilizers in intensive lettuce (*Lactuca sativa* L.) crops-effects on soil and plant. Soil Tillage Res., 160:14–22. doi:10.1016/j.still.2016.02.005.
- Hidayat, C. 2018. Pemanfaatan insekta sebagai bahan pakan dalam ransum ayam pedaging. Wartazoa, 28(4):161–174.
- Hong, J., T. Han. 2020. Mealworm (*Tenebrio molitor* Larvae) as an alternative protein source for monogastric animal: A review. Animals 2020, 10, 2068; doi:10.3390/ani10112068.
- Hsu, M.C., Y.S. Huang, W.C. Ouyang WC. 2020. Beneficial effects of omega-3 fatty acid supplementation in schizophrenia: Possible mechanisms. Lipids Health Dis., 19(1):1–17. doi:10.1186/s12944-020-01337-0.
- Ilham, N., H.P. Saliem. 2011. Feasibility of the oil palm-cattle integration system through Cows-breeding business credit program. Analisis Kebijakan Pertanian, 9(4):349–369.
- Jeon, Y.H., Y.J. Son, S.H. Kim, E.Y. Yun, H.J. Kang, I.K. Hwang. 2016. Physicochemical properties and oxidative stabilities of mealworm (*Tenebrio molitor*) oils under different roasting conditions. Food Sci. Biotechnol., 25(1):105–110. doi:10.1007/s10068-016-0015-9.
- Kusumayanti, H., R. Triaji, S. Bagus. 2018. Pangan fungsional dari tanaman lokal Indonesia. J. Metana., 12(01):26–30.
- Lee, J., D. Choi, Y.S. Ok, S-R Lee, E.E. Kwon. 2017. Enhancement of energy recovery from chicken manure by pyrolysis in carbon dioxide. J. Clean Prod., 164:146–152. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.217.
- Lee, S.A., N. Whenham, M.R. Bedford. 2019. Review on docosahexaenoic acid in poultry and swine nutrition: Consequence of enriched animal products on performance and health characteristics. Anim. Nutr., 5(1):11–21. doi:10.1016/j.aninu.2018.09.001.
- Mahatmayana, I.K.M. 2021. Analisis penerapan sistem usahatani terintegrasi di Provinsi Bali. J. Agrimanex Agribusiness, Rural Manag. Dev. Ext., 2(1):31–41. doi:10.35706/agrimanex.v2i1.5581.
- Makkar, H.P.S., G. Tran, V. Heuzé, P. Ankers. 2014. State-of-the-art on use of insects as animal feed. Anim. Feed. Sci. Technol. 197:1–33. doi:10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008.
- Mancini, S., F. Fratini, T. Tuccinardi, C.D. Innocenti, G. Paci. 2020. *Tenebrio molitor* reared on different substrates : is it gluten free ? 110 October 2019:20–23. doi:10.1016/j.foodcont.2019.107014.
- Manogaran, M.D., R. Shamsuddin, M.H. Mohd Yusoff, M. Lay, A.A. Siyal. 2022. A review on treatment processes of chicken manure. Clean Circ. Bioeconomy, 2 February:100013. doi:10.1016/j.clcb.2022.100013.
- Marsono, Y. 2008. Prospek pengembangan pangan fungsional. J. Teknol. Pangan dan Gizi., 7(1):19–27.
- de Moraes A, P.C. de F. Carvalho, I. Anghinoni, S.B.C. Lustosa, S.E.V.G. de A. Costa, T.R. Kunrath TR. 2014. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. Eur. J. Agron., 57:4–9. doi:10.1016/j.eja.2013.10.004.
- Mosnier, C., A. Duclos, J. Agabriel, A. Gac. 2017. Orfee: A bio-economic model to simulate integrated and intensive management of mixed crop-livestock farms and their greenhouse gas emissions. Agric. Syst., 157 February:202–215. doi:10.1016/j.agsy.2017.07.005.
- Mulungu, K., D. Kangogo. 2022. Striving to be resilient: the role of crop-poultry integrated systems as a climate change adaptation strategy in semiarid eastern



- Kenya. Heliyon. 8 June:e11579. doi:10.1016/j.heliyon.2022.e11579.
- O'Neill, D.H., V.R. Phillips. 1992. A review of the control of odour nuisance from livestock buildings: Part 3, properties of the odorous substances which have been identified in livestock wastes or in the air around them. J. Agric. Eng. Res., 53:23–50. doi:https://doi.org/10.1016/0021-8634(92)80072-Z.
- Poffenbarger, H., G. Artz, G. Dahlke, W. Edwards, M. Hanna, J. Russell, H. Sellers, M. Liebman. 2017. An economic analysis of integrated crop-livestock systems in Iowa, U.S.A. Agric. Syst., 157 March:51–69. doi:10.1016/j.agsy.2017.07.001.
- Putra, A.W., P. Trisunuwati, T. Widyaputri. 2022. Pengaruh lama dan intensitas cahaya terhadap performa produksi ayam arab (*Gallus turcicus*). Jurnal ternak Tropika, 23(1):63–70. doi:10.21776/ub.jtapro.2022.023.01.8.
- Rahmawati, T., A.M. Fuah, H.S. Arifin, M. Syukur, Salundik. 2022. Influence of *Tenebrio molitor* L supplementation on egg quality and omega-3 content. J. Ilmu Ternak Vet., 27(1):28–34. doi:10.14334/jitv.v27i1.2995.
- Rizal, Y., Nuraini, Mirnawati, M.E. Mahata, R. Darman, D. Kurniawan. 2015. Production performance of Gold Arab laying-hens fed diet containing *Neurospora crassa* fermented palm kernel cake. Int. J. Poult. Sci., 14(12):628–632. doi:10.3923/ijps.2015.628.632.
- Ryschawy, J., M. Grillot, A. Charneau, A. Pelletier, M. Moraine, G. Martin. 2022. A participatory approach based on the serious game Dynamix to co-design scenarios of crop-livestock integration among farms. Agric. Syst. 201 February:103414. doi:10.1016/j.agsy.2022.103414.
- Saepudin, R., A.M. Fuah, L. Abdullah. 2011. Peningkatan produktivitas lebah madu melalui penerapan sistem integrasi dengan kebun kopi. J. Sain Peternak. Indones., 6(2):115–124. doi:10.31186/jspi.id.6.2.115-124.
- Santoso, A.B. 2017. Income analysis on integrated crop-livestock farm characteristics: Case in Mesa Village, Central Maluku District. J. Ilmu Pertan. Indones., 22(2):108–114. doi:10.18343/jipi.22.2.108.
- Singh, G., M.R. Shamsuddin, Aqsha, S.W. Lim. 2018. Characterization of Chicken Manure from Manjung Region. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng., 458(1). doi:10.1088/1757-899X/458/1/012084.
- Sneessens, I., P. Veyset, M. Benoit, A. Lamadon, G. Brunschwig. 2016. Direct and indirect impacts of crop-livestock organization on mixed crop-livestock systems sustainability: A model-based study. Animal, 10(11):1911–1922. doi:10.1017/S1751731116000720.
- Syafwan, S., Noferdiman. 2020. Requirements of energy and protein for Arabic Chicken during early egg production. Trop. Anim. Sci. J., 43(4):339–346. doi:10.5398/tasj.2020.43.4.339.
- Syaukat, Y., D.R. Julistia. 2019. Analysis of income and factors determining the adoption of integrated rice-fish farming system in Seyegan district, Sleman Regency, Yogyakarta, Indonesia. J. Int. Soc. Southeast Asian Agric. Sci., 25(1):66–79.
- Tahergorabi, R., K.E. Matak, J. Jaczynski. 2015. Fish protein isolate: Development of functional foods with nutraceutical ingredients. J. Funct. Foods, 18:746–756. doi:10.1016/j.jff.2014.05.006.
- Tognocchi M, Conte G, Perioli R, Mantino A, Mele M. 2022. Journa. Anim Feed Sci Technol., siap terbit.
- Virgundari, S., M.S. Hadi, K. Koeshendarto. 2013. Pengaruh tiga jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai (*Capssicum*

- annum L.) yang dipupuk kcl dengan berbagai dosis. J. Agrotek. Trop. 1(2):159–165. doi:10.23960/jat.v1i2.2027.
- Wan, L., X. Wang, C. Cong, J. Li, Y. Xu, X. Li, F. Hou, Y. Wu, L. Wang. 2020. Effect of inoculating microorganisms in chicken manure composting with maize straw. Bioresour Technol., 301 November 2019:122730. doi:10.1016/j.biortech.2019.122730.
- Weintraub, H.S. 2014. Overview of prescription omega-3 fatty acid products for hypertriglyceridemia. Postgrad Med., 126(7):7–18. doi:10.3810/pgm.2014.11.2828.
- Wu, H., M.A. Hanna, D.D. Jones. 2013. Life cycle assessment of greenhouse gas emissions of feedlot manure management practices: Land application versus gasification. Biomass and Bioenergy. 54:260–266. doi:10.1016/j.biombioe.2013.04.011.
- Xue. B., L.Z. Wang, T. Yan. 2014. Agriculture, Ecosystems and Environment Methane emission inventories for enteric fermentation and manure management of yak , buffalo and dairy and beef cattle in China from 1988 to 2009. Agriculture, Ecosyst Environ. 195:202–210. doi:10.1016/j.agee.2014.06.002.
- Yoo, J.S., K.H. Cho, J.S. Hong, H.S. Jang, Y.H. Chung, G.T. Kwon, D.G. Shin, Y.Y. Kim. 2019. Nutrient ileal digestibility evaluation of dried mealworm (*Tenebrio molitor*) larvae compared to three animal protein by-products in growing pigs. Asian-Australas. J. Anim. Sci., 32(3):387–394.
- Yumna, M.H., A. Zakaria, V.M. Ani. 2011. Kuantitas dan kualitas telur ayam arab ( *Gallus turcicus* ) silver dan gold. Jurnal Ilmu-Ilmu Peternakan, 23(2):19–24.
- Zhang L, H-X.Wu, W-J. Li, F. Qiao, W-B. Zhang, Z-Y. Du, M-L. Zhang. 2022. Partial replacement of soybean meal by yellow mealworm (*Tenebrio molitor*) meal influences the flesh quality of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Anim Nutr., siap terbit.
- Ziemer C.J., G.R. Gibson. 1998. An Overview of Probiotics, Prebiotics and Synbiotics in the Functional Food Concept: Perspectives and Future Strategies. Int Dairy J. 8(5):473–479. doi:https://doi.org/10.1016/S0958-6946(98)00071-5.