

PENGARUH PEMBERIAN PAKAN MENGANDUNG MINYAK *BLACK SOLDIER FLY* (BSF) TERPROTEKSI METALOENZIM ZINK DAN SELENIUM TERHADAP ORGAN VISERAL AYAM PETELUR

Rio Hendra Pratama¹, Dyah Lestari Yulianti², Brahmadhita Prtama Mahardhika²

¹Program S1 Peternakan, ²Dosen Peternakan Universitas Islam Malang

Email : riohendra2020@gmail.com

Abstrak

Pakan berperan penting dalam performa produksi dan status fisiologis ayam petelur, termasuk perkembangan organ visceral yang berfungsi mendukung sistem imun. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemberian pakan mengandung minyak *Black Soldier Fly* (BSF) terproteksi metaloenzim zink dan selenium terhadap bobot organ visceral ayam petelur. Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan yaitu Juli-Oktober 2025 di Teaching Farm Universitas Islam Malang menggunakan 27 ekor ayam petelur ISA Brown dan diberi pakan secara *ad libitum* selama 29 hari. Penelitian ini disusun menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial dengan dua faktor, yaitu dosis minyak BSF (0%, 1,5%, dan 3%) dan jenis antioksidan (zink 80 ppm, selenium 0,3 ppm serta kombinasi zink dan selenium). Variabel yang diamati meliputi bobot timus, bursa fabricius, limpa, jantung, paru-paru, dan empedu. Data ditabulasi dan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA), jika terdapat perbedaan dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian minyak BSF berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap peningkatan bobot organ limfoid yaitu, timus, bursa fabricius dan limpa serta berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap bobot paru-paru namun tidak berpengaruh nyata terhadap bobot jantung dan empedu. Suplementasi zink dan selenium berpengaruh nyata terhadap bobot timus dan limpa. Tidak terdapat interaksi antara minyak BSF dan jenis antioksidan terhadap seluruh parameter organ visceral. Disimpulkan bahwa minyak BSF tersuplementasi zink dan selenium dapat digunakan dan berpotensi mendukung kesehatan organ visceral serta sistem imun ayam petelur.

Kata Kunci : Minyak Black Soldier Fly terproteksi metaloenzim zink dan selenium, organ visceral

THE EFFECT OF FEEDING DIETS CONTAINING BLACK SOLDIER FLY (BSF) OIL PROTECTED WITH ZINC AND SELENIUM METALLOENZYMES ON THE VISCERAL ORGANS OF LAYING HENS

Abstract

Diet plays an important role in determining production performance and physiological status of laying hens, including the development of visceral organs that support the immune system. This study aimed to evaluate the effect of dietary supplementation with Black Soldier Fly (BSF) oil supplemented with zinc and selenium on visceral organ weights of laying hens as indicators of health and physiological function. The study was conducted for four months (July–October 2025) at the Teaching Farm of Universitas Islam Malang using 27 ISA Brown laying hens, which were fed *ad libitum* for 29 days. The experiment was arranged in a factorial completely randomized design (CRD) with two factors: BSF oil levels (0%, 1.5%, and 3%) and antioxidant types (zinc 80 ppm, selenium 0.3 ppm, and a combination of zinc and selenium). The observed variables included the weights of the thymus, bursa of Fabricius, spleen, heart, lungs, and gall bladder. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by Duncan's multiple range test. The results showed that BSF oil supplementation had a highly significant effect ($P < 0.01$) on the weights of lymphoid organs, namely the thymus, bursa of Fabricius, and spleen, and a significant effect ($P < 0.05$) on lung weight, but had no significant effect on heart and gall bladder weights. Zinc and selenium supplementation significantly affected thymus and spleen weights. No interaction was observed between BSF oil and antioxidant type on all visceral organ parameters. It can be concluded that BSF oil supplemented with zinc and selenium is safe and has potential to support visceral organ health and immune system function in laying hens.

Keywords: Black Soldier Fly oil supplemented with zinc and selenium metalloenzymes, visceral organs.

PENDAHULUAN

Upaya dalam meningkatkan sumber daya manusia secara global selaras dengan pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs), khususnya pada tujuan kedua *Zero Hunger* dan yang ketiga yaitu *Good Health and Well-Being*. Kedua tujuan tersebut menekankan pentingnya ketersediaan dan keterjangkauan pangan agar memastikan kebutuhan konsumsi masyarakat terpenuhi secara aman, bergizi dan berkelanjutan guna menjamin kesehatan masyarakat di berbagai kelompok usia. Selain itu, pemenuhan gizi esensial terutama dari protein hewani dan asam lemak berperan penting dalam menjamin kehidupan yang sehat dan mendukung fungsi fisiologis serta sistem imun tubuh.

Telur merupakan bahan pangan yang memiliki potensi yang sangat besar karena sumber protein dan asam lemak yang terjangkau (Tugiyanti *et al.*, 2024). Berdasarkan hal tersebut, perlu adanya rekayasa teknologi untuk meningkatkan potensi telur sebagai produk pangan fungsional bahan makanan yang tinggi protein dan asam lemak. Salah satu cara untuk memperbaiki kualitas telur yakni dengan melakukan teknologi inovasi dengan merekayasa pakan. Teknologi inovasi pakan merupakan solusi yang efektif untuk meningkatkan kualitas asam lemak pada telur sehingga menghasilkan telur yang bernutrisi dan baik bagi kesehatan. Salah satu teknologi inovasi pakan yang pernah dilakukan yaitu dengan pemberian minyak *Black Soldier Fly* (BSF) (Bejawati *et al.*, 2024). Beberapa penelitian mengatakan bahwa pemberian minyak BSF (*Black Soldier Fly*) dapat meningkatkan kandungan asam lemak tak jenuh pada telur. Menurut Sari *et al.*, (2023), minyak BSF tinggi akan omega 3, 6 dan 9, yang dapat berpotensi meningkatkan kualitas telur fungsional.

Minyak BSF memiliki kelemahan karena sifat asam lemak rantai menengah yang cenderung kurang stabil terhadap oksidasi dan degradasi selama proses pencernaan. Perlu adanya pemberian beberapa mikronutrien yang mengandung antioksidan di antaranya selenium dan zink. Zink merupakan salah satu mineral peranan penting dalam sintesis protein, meningkatkan imunitas dan melindungi tubuh dari radikal bebas, karena zink memiliki mekanisme metabolisme energi, karbohidrat,

protein, dan lipid (Nurais *et al.*, 2023). Selain zink, terdapat mineral selenium yang merupakan mineral esensial dan memiliki gizi mikro yang penting dan memiliki fungsi sistem imun, fungsi sistem tiroid, kardiovaskular dan melawan stress oksidatif pada tubuh (Sitaniapessy *et al.*, 2025). Di dalam tubuh, selenium berkontribusi pada sintesis selenoprotein seperti *glutathione peroxidase* yang menghancurkan radikal bebas dari sitoplasma (Lubis *et al.*, 2015) dan *thioredoxin reductase* yang memiliki fungsi sebagai enzim antioksidan (Kusmana, 2017).

Pakan menjadi salah satu faktor penting yang berperan dalam meningkatkan performa produksi ayam petelur. Organ dalam akan berkembang sesuai dengan pakan yang diberikan (Mistiani *et al.*, 2020). Kesehatan organ viseral, khususnya organ limfoid seperti timus, bursa fabricius, dan limpa menggambarkan status fisiologis dan respon imun ayam petelur. Organ tersebut sangat sensitif terhadap stres metabolik, terutama ketika terjadi involusi alami organ limfoid akibat meningkatnya aktivitas hormon reproduksi pada fase layer (Christy *et al.*, 2021). Organ yang mengalami kelainan biasanya ditandai dengan adanya perubahan organ dalam secara fisik seperti perubahan warna dan ukuran karena setiap organ dalam pada ternak memiliki fungsi yang saling berhubungan (Regar *et al.*, 2018). Evaluasi bobot organ sangat penting sebagai indikator untuk menilai keamanan, efektivitas dan dampak fisiologis dari inovasi pakan yang diberikan.

Sampai saat ini, penelitian mengenai minyak BSF tersuplementasi zink dan selenium terhadap organ viseral masih terbatas, terutama pada fase layer. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian pakan mengandung minyak BSF terproteksi zink dan selenium terhadap bobot organ viseral ayam petelur sebagai indikator kesehatan dan fungsi fisiologis ayam serta berkontribusi dalam pengembangan pakan fungsional yang aman, efektif dan berkelanjutan.

MATERI DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan selama 4 bulan yaitu bulan Juli hingga Oktober 2025, di Laboratorium Terpadu (*Teaching Farm*) Universitas Islam Malang. Sebanyak 27 ekor ayam petelur berjenis ISA Brown dipelihara di kandang individu dan diberi pakan secara *ad libitum* selama 29 hari. Penelitian ini menggunakan dua faktor rancangan yang digunakan yaitu dosis minyak *Black Soldier*

Fly (BSF) dalam pakan sebesar 0%, 1,5%, dan 3% serta jenis antioksidan yang digunakan yaitu zink (80 ppm), selenium (0,3 ppm) dan kombinasi zink dan selenium. Variabel yang diamati yakni organ viseral ayam petelur meliputi timus, bursa fabricius, limpa, jantung, paru-paru, dan empedu. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktorial. Analisis data yang digunakan adalah analisis of Variance (ANNOVA). Apabila terdapat data yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot organ internal

Berdasarkan hasil penelitian ini, penggunaan minyak BSF pada semua dosis (1,5% dan 3%) dalam pakan berpengaruh sangat

nyata ($P<0,01$) pada peningkatan bobot organ timus, bursa fabricius, limpa dan secara nyata ($P<0,05$) meningkatkan bobot organ paru-paru namun tidak berpengaruh nyata terhadap organ jantung dan empedu. Jenis metaloenzim antioksidan berbeda sangat nyata ($P<0,01$) terhadap organ limpa dan berbeda nyata ($P<0,05$) terhadap organ timus namun tidak berpengaruh nyata pada organ bursa fabricius, jantung, paru-paru, dan empedu. Tidak terdapat interaksi antara penggunaan minyak BSF dan jenis antioksidan dalam pakan ayam petelur terhadap bobot organ timus, bursa fabricius, limpa, jantung, paru-paru, dan empedu. Data bobot organ ayam petelur yang diberi pakan mengandung minyak lalat tentara hitam tersuplementasi metaloenzim antioksidan zink dan selenium disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Data bobot organ ayam petelur

Parameter	Dosis Minyak Magot	Antioksidan			Rerataan
		zink	selenium	zink+selenium	
Timus	0% Maggot	0,04 ± 0,00	0,05 ± 0,01	0,05 ± 0,00	0,08 ± 0,01 ^A
	1.5% Maggot	0,08 ± 0,01	0,9 ± 0,02	0,10 ± 0,01	0,10 ± 0,01 ^B
	3% Maggot	0,11 ± 0,00	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01	0,11 ± 0,01 ^C
	Rerataan	0,08 ± 0,03 ^a	0,08 ± 0,03 ^{ab}	0,09 ± 0,03 ^b	
Bursa Fabricius	0% Maggot	0,11 ± 0,01	0,15 ± 0,04	0,15 ± 0,03	0,15 ± 0,03 ^B
	1.5% Maggot	0,16 ± 0,01	0,17 ± 0,01	0,15 ± 0,01	0,16 ± 0,01 ^A
	3% Maggot	0,16 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,16 ± 0,01	0,17 ± 0,01 ^A
	Rerataan	0,14 ± 0,03	0,16 ± 0,12	0,16 ± 0,02	
Limpa	0% Maggot	0,40 ± 0,07	0,23 ± 0,11	0,20 ± 0,06	0,22 ± 0,12 ^B
	1.5% Maggot	0,18 ± 0,03	0,16 ± 0,00	0,17 ± 0,02	0,18 ± 0,02 ^A
	3% Maggot	0,29 ± 0,06	0,19 ± 0,03	0,12 ± 0,02	0,20 ± 0,09 ^A
	Rerataan	0,29 ± 0,1 ^B	0,19 ± 0,06 ^A	0,16 ± 0,06 ^A	
Jantung	0% Maggot	0,44 ± 0,12	0,53 ± 0,09	0,53 ± 0,09	0,48 ± 0,10
	1.5% Maggot	0,47 ± 0,06	0,52 ± 0,05	0,48 ± 0,12	0,47 ± 0,07
	3% Maggot	0,45 ± 0,07	0,40 ± 0,06	0,50 ± 0,05	0,45 ± 0,07
	Rerataan	0,45 ± 0,08	0,48 ± 0,08	0,50 ± 0,08	
Paru-paru	0% Maggot	0,46 ± 0,04	0,47 ± 0,09	0,38 ± 0,05	0,49 ± 0,07 ^b
	1.5% Maggot	0,52 ± 0,06	0,64 ± 0,18	0,48 ± 0,04	0,51 ± 0,12 ^a

	3% Maggot	0,50 ± 0,04	0,42 ± 0,04	0,50 ± 0,01	0,47 ± 0,05 ^{ab}
	Rerataan	0,49 ± 0,12	0,51 ± 0,14	0,45 ± 0,06	
Empedu	0% Maggot	0,09 ± 0,06	0,15 ± 0,04	0,07 ± 0,03	0,12 ± 0,05
	1.5% Maggot	0,07 ± 0,03	0,13 ± 0,03	0,17 ± 0,12	0,13 ± 0,08
	3% Maggot	0,14 ± 0,02	0,12 ± 0,06	0,18 ± 0,05	0,15 ± 0,05
	Rerataan	0,10 ± 0,05	0,13 ± 0,04	0,14 ± 0,08	

Berdasarkan tabel 1, pemberian minyak BSF berpengaruh sangat nyata terhadap bobot organ limfoid yaitu timus. Hasil dari pemberian minyak BSF tersuplementasi antioksidan zink dan selenium menghasilkan rerataan bobot timus berkisar 0,04% hingga 0,11%, lebih rendah dibandingkan kisaran normal yang berkisar antara 0,18% sampai 0,23% (Lestari *et al.*, 2020). Hal ini diduga karena dipengaruhi umur ayam yang telah memasuki fase layer. Timus mengalami involusi karena bertambahnya umur dan aktivitas hormon reproduksi meningkat (Christy *et al.*, 2021).

Pemberian dosis minyak BSF mencapai 3% dapat meningkatkan bobot timus dibandingkan dengan kontrol, dan menunjukkan bahwa minyak BSF tidak imunotoksik, bahkan berperan mempertahankan fungsi imun di saat terjadinya proses involusi alami timus. Hal ini dikarenakan minyak BSF kaya akan kandungan asam laurat yang mencapai 32,25% (Afriani *et al.*, 2023). Asam laurat berfungsi sebagai anti mikroba patogen. Ketika asam laurat masuk ke dalam tubuh akan diubah menjadi monolaurin dan merusak dinding sel patogen (Saria *et al.*, 2022). Sehingga ketika mikroba patogen di usus berkurang maka bakteri baik meningkat dan beban kerja sistem imun khususnya timus lebih ringan. Kondisi ini didukung oleh penyerapan protein dan energi yang optimal sehingga jaringan limfoid mendapatkan nutrisi yang cukup untuk tumbuh. Asam laurat juga merangsang aktivitas sel imun, sehingga organ limfoid seperti timus terjadi peningkatan perkembangan.

Pemberian antioksidan zink dan selenium berpengaruh nyata pada organ timus. Karena zink berperan untuk perkembangan dan menjaga timus agar tidak cepat terjadi atrofi atau terjadi penyusutan pada organ dan juga berperan dalam pembelahan sel, sintesis dan proliferasi limfosit (Nurhajjah *et al.*, 2021). Sedangkan selenium berperan dalam melindungi sel ketika rusak akibat oksidasi (perusakan oleh radikal bebas) (Arisanti, 2024).

Bursa fabricius pada penelitian ini tidak dipengaruhi oleh penggunaan antioksidan namun berpengaruh sangat nyata oleh penggunaan minyak BSF. Karena tingginya asam laurat pada minyak BSF membuat ancaman mikroba di dalam tubuh menurun sehingga *bursa fabricius* dapat berkerja secara optimal. *Bursa fabricius* yakni berperan sebagai organ limfoid sekunder dan mematangkan serta menghasilkan sel-sel imun (limfosit B) (Akbar *et al.*, 2022). Minyak BSF memiliki kandungan bioaktif yang berasal dari larva BSF, termasuk *antimicrobial peptides* (AMPs) seperti defensin, cecropin, attacin yang mendukung daya tahan tubuh (Khanifa *et al.*, 2025).

Menurut Lestari *et al.* (2020), *bursa fabricius* memiliki bobot normal berkisar antara 0,19% sampai 0,22% dari bobot badan. Akan tetapi, hasil penelitian ini menunjukkan nilai persentase yang lebih rendah yaitu berkisar 0,11 hingga 0,17%. Perbedaan ini diduga karena umur ayam yang sudah memasuki masa layer. Hal ini sesuai dengan pernyataan Cheng *et al.* (2023) menyatakan bahwa berat, bentuk, ukuran *bursa fabricius* menurun secara bertahap seiring bertambahnya umur ayam. Selain faktor umur *bursa fabricius* juga dipengaruhi oleh hormon reproduksi yang meningkat ketika dewasa seksual. Hormon seksual seperti progesteron juga dapat menyebabkan regresi atau atrofi pada *bursa fabricius* (Agusmanepi *et al.*, 2022). Minyak BSF memberikan stimulasi yang kuat terhadap peningkatan limfopoiesis pada *bursa fabricius* dan kandungan pada minyak BSF mengandung asam lemak esensial yakni dapat menurunkan stres oksidatif pada ayam petelur (Rangkuti *et al.*, 2026), sehingga fungsi organ imun tidak terhambat dan bobot *bursa fabricius* meningkat. Dengan meningkatnya bobot *bursa fabricius* menandakan bahwa *bursa fabricius* dalam kondisi fungsional yang sangat aktif untuk sistem imun ayam petelur. Ungas yang memiliki bobot *bursa fabricius* yang relatif lebih besar lebih tahan terhadap berbagai penyakit (Sulistiyanto *et al.*, 2019).

Limpa merupakan salah satu organ limfoid sekunder dan sebagai tempat mensintesis peptida sistem imun properdin, tuftisin serta berperan sebagai tempat penyimpanan, aktivasi dan proliferasi limfosit T dan B yang berperan penting dalam mensintesis imunoglobulin G (IgG) pada limfosit B yang matang (Selvia dan Wahyuni, 2021). Pemberian minyak BSF berpengaruh sangat nyata terhadap organ limpa. Berdasarkan hasil penelitian ini, penambahan minyak BSF tersuplementasi zink dan selenium dapat menurunkan bobot limpa ayam. Bobot limpa tertinggi pada dosis minyak BSF 0% tersuplementasi zink yaitu 0,40%, sedangkan penggunaan dosis minyak BSF 3% yang tersuplementasi zink dan selenium menurunkan rerata bobot ke 0,12%. Bobot limpa yang dihasilkan perlakuan kontrol lebih besar dibandingkan dengan pernyataan Arifa *et al.* (2019) yang berkisar 0,11 sampai 0,14% untuk bobot normal limpa ayam. Tingginya bobot limpa pada dosis 0% minyak BSF meskipun telah disuplementasi antioksidan diduga belum optimal perlindungannya dari patogen yang berada di saluran pencernaan.

Ketika minyak BSF ditambahkan terjadi penurunan bobot limpa yang signifikan. Ini membuktikan adanya efek sinergis antara asam laurat pada minyak BSF dan antioksidan zink dan selenium. Karena asam laurat dapat mengurangi mikroba patogen pada saluran pencernaan (Matsue *et al.*, 2019). Adanya Selenium sebagai pelengkap zink. Zink merupakan kofaktor berbagai enzim, karena zink memiliki mekanisme metabolisme energi, karbohidrat, protein, lemak dan asam nukleat sebagai antioksidan yang secara tidak langsung melindungi membran sel imun dari radikal bebas (Nurais *et al.*, 2023) Selenium merupakan komponen utama enzim *glutathione peroxidase* (GPx) yang bertugas membersihkan radikal bebas peroksida lipid yang dapat merusak membran sel (Mulgund *et al.*, 2015), sehingga memberikan perlindungan antioksidan yang lebih kuat dan dapat menekan stres oksidatif pada sel-sel limpa. Hal ini merangsang proliferasi sel imun khususnya limfosit pada organ limpa yang membuat sistem imun dapat bekerja secara efisien dan stabil (Setiawan *et al.*, 2021).

Pada penelitian ini organ jantung tidak berpengaruh akibat pemberian minyak BSF. Hasil dari penelitian ini didapatkan rerataan

bobot organ jantung yang terendah yakni 0,40% pada dosis minyak BSF 1,5% dan yang tertinggi 0,53% pada dosis BSF 0%. Hasil ini masih mendekati kisaran normal bobot jantung yaitu 0,42 sampai 0,70% dari bobot ayam (Mistiani *et al.*, 2020). Pemberian minyak BSF diduga tidak menimbulkan lemak berlebih di jantung dan tidak menimbulkan stres metabolik pada ayam. Jantung berfungsi sebagai organ vital yang relatif stabil, sehingga ukurannya tidak mudah mengalami perubahan selama kebutuhan nutrisi dan energinya tercukupi dan tidak kelebihan lemak yang ekstrim (Lin *et al.*, 2019), bobot jantung akan berkembang secara normal. Pada penggunaan antioksidan zink dan selenium tidak berpengaruh pada perkembangan jantung. Selenium menciptakan lingkungan kerja metabolisme yang bersih dan aman (lingkungan antioksidan yang kuat), zink memberikan dukungan kofaktor pada enzim antioksidan lain seperti Superoxide Dismutase (SOD) (Maulia & Farapti, 2019)

Paru-paru pada penelitian ini tidak dipengaruhi oleh penggunaan antioksidan tapi berpengaruh nyata akibat pemberian minyak BSF. Hasil presentase bobot paru yang didapat yakni 0,38% pada minyak BSF 0% dan 0,64% pada minyak BSF 1,5%. Hasil ini tidak berbanding jauh dengan hasil penelitian Iwuji *et al.* (2022) bahwa berat rata-rata paru-paru sekitar 0,15% sampai 0,69 % untuk ayam. Paru-paru adalah organ paling rentan terhadap peradangan dan stres oksidatif (Pamungkas *et al.*, 2025). Pada minyak BSF terdapat asam lemak rantai sedang seperti asam laurat dan asam lemak tidak jenuh oleat, linoleat, dan linolenat (Ayuningtyas *et al.*, 2025). Senyawa ini berperan dalam efisiensi metabolisme energi, memperbaiki suplai energi ke jaringan vital termasuk organ paru-paru. Akibat ketersediaan energi yang meningkat diduga dapat mendukung perkembangan paru-paru sehingga terjadi peningkatan bobot paru-paru secara nyata.

Penggunaan minyak BSF pada penelitian ini tidak berpengaruh nyata pada empedu. Minyak BSF kaya akan asam lemak rantai sedang seperti asam laurat. Berbeda dengan asam lemak rantai panjang yang membutuhkan lebih banyak cairan empedu khususnya garam empedu yang berfungsi sebagai pengemulsi (IGMSP, Siti dan Candrawati, 2025). Berdasarkan hasil penelitian, persentase bobot terendah terdapat pada dosis minyak BSF 0% sebesar 0,07%, sedangkan yang

tertinggi pada dosis minyak 3% sebesar 0,18%. Jika dibandingkan dengan pernyataan Nastain *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa kantung empedu ayam berbobot normal berkisar antara 0,3 hingga 1,15% dari berat hidup, sehingga rerataan bobot empedu pada penelitian ini menunjukkan nilai yang normal. Tingginya presentase bobot empedu pada dosis 3% minyak BSF, diduga berkaitan dengan kemampuan organ empedu dalam menyesuaikan diri terhadap kandungan nutrisi pakan, terutama energi dan lemak. Penyesuaian ini masih dalam batas fisiologis normal dan tidak menunjukkan adanya gangguan pada organ empedu ayam petelur.

Pada penggunaan antioksidan zink dan selenium tidak berpengaruh nyata pada empedu. Hal ini dikarenakan empedu sebagai organ penyimpanan bukan organ metabolik. Empedu hanya bertugas menampung cairan empedu hasil sekresi hati. Zink dan selenium diekskresikan melalui empedu tetapi tubuh memiliki mekanisme regulasi mandiri (homeostatis) (Xiang *et al.*, 2023), sehingga mengatur jumlah zink dan selenium yang masuk masih dalam batas normal. Pada penelitian ini dosis yang digunakan masih dalam batas normal sehingga empedu tidak mengalami perubahan patologis yang dapat mengubah bobot empedu secara signifikan.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa penggunaan minyak BSF (*Black Soldier Fly*) yang disuplementasi zink dan selenium terbukti memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perkembangan organ limfoid seperti timus, *bursa fabricius* dan limpa, serta tidak menimbulkan efek negatif terhadap organ vital lain seperti jantung, paru-paru, dan empedu serta menjaga stabilitas organ vital pada ayam petelur. Minyak BSF yang kaya akan asam lemak berperan penting sebagai antimikroba dan tidak bersifat imunotoksik sehingga dapat meringankan kerja sistem imun, sehingga mampu mempertahankan fungsi organ limfoid seperti timus dan *bursa fabricius* ketika ayam memasuki fase involusi alami akibat bertambahnya umur ayam memasuki masa layer serta aktivitas hormon reproduksi. Suplementasi antioksidan zink dan selenium mendukung stabilitas dan efisiensi sistem imun, terutama pada timus dan limpa dalam menekan stres

oksidatif melalui aktifitas enzim antioksidan seperti *glutathione peroxidase* dan *superoxide dismutase* dengan peningkatan perlindungan antioksidan dan proliferasi sel imun tanpa menyebabkan perubahan patologis pada organ.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriani, Y., Rahayu, R., & Santoso, P. 2023. Fatty Acid And Hematology Profile Of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) Maggot Oil In Wound Healing. *International Journal of Progressive Sciences and Technologies (IJPSAT)*.39 (2): 429-433.
- Agusmanepi, R., Erina, E., & Yaman, M. A. 2022. The Regression Time of Bursa of Fabricius in ALPU Chickens. *Jurnal Medika Veterinaria Februari*. 16(1): 1-7.
- Akbar, F., Anwar, P., & Infritia, I. 2022. Pengaruh Pemberian Air Buah Mengkudu (*Morinda citrifolia* linn) Terhadap Tymus, *Bursa fabricius* Dan Limpa Broiler. *Journal Of Animal Center (JAC)*.4(2): 27-35.
- Arifa, U., Anwar, P., & Jiyanto, J. 2021. Pengaruh Ekstrak Jahe Emprit (*Zingiber Officinale* Var. *Amarum*) Dalam Air Minum Sebagai Antioksidan Broiler Terhadap Tymus, *Bursa fabricius* Dan Limpa. *Green Swarnadwipa : Jurnal Pengembangan Ilmu Pertanian*.10(2): 319-324.
- Arisanti, N. 2024. Pola Pergerakan Spermatozoa Sapi Bali (*Bos sondaicus*) Dengan Pemberian Mikronutrisi Zinc, Selenium dan Vitamin E= Movement Patterns Bali Bull (*Bos sondaicus*) Spermatozoa After Supplemented With Micronutrients of Zinc, Selenium and Vitamin E. *Dissertation*. Universitas Hasanuddin.
- Ayuningtyas, G., Rayani, T. F., Priyambodo, D., Purwanto, B. P., Hakim, A., Sembada, P., Nurfitriani, D., Afgani, N., & Khairunisa, L. 2025. Komposisi Nutrien Maggot Black Soldier Fly (BSF) Yang Ditumbuhkan Pada Media Ekskreta Burung Puyuh Dan Potensinya Pakan Ternak. *TERNAK TROPIKA Journal of Tropical Animal Production*.26(1): 20-36.
- Bejawati, N., Darmawan, H., & Supartini, N. 2024. Penggunaan Minyak Maggot pada pakan terhadap kualitas Telur Ayam Ras. *Jurnal Ilmiah Peternakan Halu Oleo*.6(4):366-371.
- Cheng, J., Lei, H., Xie, C., Chen, J., Yi, X., Zhao,

- F., Yuan, F., Chen, P., He, J., Luo, C., Shu, D., Qu, H., & Ji, J. 2023. B lymphocyte development in the bursa of fabricius of young broilers is influenced by the gut microbiota. *Microbiology Spectrum*.11(2) e04799.
- Christy, R., Eliyani, H., & Plumeriastuti, H. 2021. Pengaruh Pakan Terkontaminasi Aflatoksin Selama 40 Hari Terhadap Anatomi dan Histopatologi Timus Ayam Petelur Fase Starter. *Journal of Basic Medical Veterinary*.10(1), 23-29.
- IGMSP, D., Siti, N. W., & Candrawati, D. P. M. A. 2025. Pengaruh Pemberian Ekstrak Air Daun Gamal Terfermentasi Melalui Air Minum Terhadap Lemak Abdomen Itik Bali. *Jurnal Peternakan Tropika*.13(3), 16-29.
- Iwuji, T., Iheanacho, G., Ogamba, M., & Odunfab, O. 2022. Relationship between live weight, internal organs, and body part weights of broiler chickens. *Malay. Anim. Husband. J*.2 (1): 64-66.
- Khanifa, R., Ulya, A. H., Darmawan, A. E., Mahsunah, A.H., & Mahardika, W. A., 2025. Potential of Antimicrobial Peptides (AMPs) Extracted from Black Soldier Fly Larvae Against *Vibrio Parahaemolyticus* In Vitro. *Jurnal Biologi Tropis*.25(4): 5019- 5029
- Kusmana, F. 2017. Selenium: Peranannya dalam Berbagai Penyakit dan Alergi. *Cermin Dunia Kedokteran* 44(4): 289-295.
- Lestari, R., Darmawan, A., & Wijayanti, I. W. 2020. Suplementasi Mineral Cu dan Zn dalam Pakan terhadap Organ Dalam dan Lemak Abdomen Ayam Broiler: Effect of Supplementation of Copper and Zinc in Feed on GIBLETS and Abdominal Fat of Broilers. *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*.18(3): 74-80.
- Lin, H. Y., Chou, P. C., Chen, Y. H., Lai, L. S., Chung, T. K., Walzem, R. L., Huang, S. Y., & Chen, S. E. 2019. Dietary Supplementation of 25-Hydroxycholecalciferol Improves Livability in Broiler Breeder Hens- Amelioration of Cardiac Pathogenesis and Hepatopathology. *Animals (Basel)*.9 (10):770 doi:10.3390/ani9100770.PMID: 31597394; PMCID: PMC6826734.
- Lubis, F. N. L., Alfianty, R., & Sahara, E. 2015. Pengaruh Suplementasi Selenium Organic (Se) dalam Vitamin E Terhadap Performa Itik Pegagan. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*.4(1): 28-34.
- Matsue M, Mori Y, Nagase S, Sugiyama Y, Hirano R, Ogai K, Ogura K, Kurihara S, & Okamoto S. Measuring the Antimicrobial Activity of Lauric Acid against Various Bacteria in Human Gut Microbiota Using a New Method. *Cell Transplant*.28(12):1528-1541.
- Maulia, P. H., & Farapti. 2019. Status Zinc Dan Peran Suplementasi Zinc Terhadap Sistem Imun Pada Pasien Hiv/Aids: A Systematic Review. *Media Gizi Indonesia*.14(2): 115-122.
- Mistiani, S., Kamil, K. A., & Rusmana, D. (2020). Pengaruh tingkat pemberian ekstrak daun burahol (*Stelechocarpus burahol*) dalam ransum terhadap bobot organ dalam ayam broiler. *Jurnal Nutrisi Ternak Tropis dan Ilmu Pakan*.2(1):42-50.
- Mulgund, A., Doshi, S., & Agarwal, A. 2015. The role of oxidative stress in endometriosis. In *Handbook of fertility* (pp. 273-281). Academic Press.
- Nastain, F. S., Mahardhika, B. P., Ridla, M., & Mutia, R. 2021. Visceral organ weight of broiler chicken fed different level protein and protease enzyme supplementation diet. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.788(1):012032. IOP Publishing.
- Nurais, U. K., Patimah, S., Ikhtiar, M., Batara, A. S., & Idris, F. P. 2023. Hubungan asupan Antioksidan Zinc dengan kejadian kegemukan pada Remaja Putri di Kabupaten Majene. *Window of Public Health Journal*.4(2):162-171.
- Nurhajjah, S., Syah, N. A., Afdal, Rusnita, D., Tofrizal, Dillasamola, D., & Desmawati. 2021. Upaya Peningkatan Pengetahuan Orang Tua Terhadap Zinc Dan Pemberian Zinc Kepada Siswa Sd Bustanul Ulum Padang. *Buletin Ilmiah Nagari Membangun*.4(1):71-77.
- Pamungkas, L. J., Nanda, D., Fauziah, D., Kusnadi, R. N. S., Nurfadhilah, N., Faulina, A. R., Maniku, N., Fitriyani, Putra A., Maulana, N. A., mansoben, N. A., & Sopiah, P. 2025. Potensi kandungan zat kimia dalam vape terhadap sel kanker paru-paru: Potential of chemical content in

- vape on lung cancer cells. *Jurnal Ilmiah Keperawatan (Scientific Journal of Nursing)*:11(2): 209-221.
- Rangkuti, R. F. A., Herlina, C., Nada, A. F., Khanifah, M., Anjaini, J., & A'yunin, Q. (2026). Inovasi Imunostimulan Berbasis Larva Black Soldier Fly (*Hermetia Illucens*) untuk Peningkatan Imunitas dan Ketahanan Penyakit pada Akuakultur. *Media Nusa Creative (MNC Publishing)*.
- Ratna, E., Muhammad Mirandy Pratama, S., & Purnama Edy, S. (2022). Pengaruh pemberian kombinasi mineral selenium, zinc, dan vitamin e terhadap kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologi daging broiler. *Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan*, 6(1), 66-73.
- Regar, M. N., Kowel, Y. H., Bagau, B., & Moningkey, S. A. (2018). Pemberian kombinasi kunyit, bawang putih, dengan mineral zink terhadap bobot organ dalam ayam pedaging yang diinfeksi *E. coli*. *Prosiding Seminar Nasional Unggas Lokal: Pengembangan Unggas Lokal di Indonesia*. Universitas Sam Ratulangi.
- Sari, D. A. P., Giriwono, P. E., Zizi, A., Irwan, D. S., Prayogo, M. A. Z., & Septyarini, A. 2023. Pemanfaatan Minyak Lalat Tentara Hitam dalam Pakan Ternak. *Jakarta (ID)*. Penerbit AE Publishing.
- Saria, L. D. C. K., Pramitha, D. A. I., & Wardhani, I. G. A. K. 2022. Analisis Angka Lempeng Total Minyak Balur Kombinasi Vco Dan Cabai Jawa (*piper Retrofractum Vhl.*) Dengan Variasi Suhu Pemanasan. *Jurnal Usadha*.2(1):14-20
- Selvia, D., & Wahyuni, A. 2021. MANAJEMEN GENERAL ANESTESI PADA PASIEN SPLENOMEGALI. *Jurnal Kesehatan Saintika Meditory*.4(2):78-84.
- Setiawan, H., Wulandari, S. W., & Fitriyani, A. N. 2021. Potensi Imunomodulator Herbal Ekstrak Etanol Daun Pepaya Varietas Calina terhadap Struktur Jaringan Limpa Tikus Putih Galur Wistar. *Jurnal Veteriner*.22(4):531-539.
- Sitaniapessy, F. A., Leiwakabessy, J., & Kaya, A. O.2025. Analisis Kadar Vitamin dan Mineral Dari Gonad Bulu Babi *Tripneustes gratilla*. *INASUA: Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*.5(1):358-368.
- Sulistiyanto, B., Kismiati, S., & Utama, C. S. 2019. Tampilan produksi dan efek imunomodulasi ayam broiler yang diberi ransum berbasis wheat pollard terolah. *Jurnal Veteriner*.20(3): 352-
- Tugiyanti, E., Ismoyowati, I., Rosidi, R., & Suswoyo, I. 2024. Budidaya Ayam Kampung Penghasil Telur yang Tinggi Kandungan Vitamin D3 Sebagai Upaya Mencegah Stunting di Desa Pekunden Kabupaten Banyumas. *PaKMAs: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*.4(2): 554-560.
- Xiang, T., Deng, Z., Yang, C., Tan, J., Dou, C., Luo, F., & Chen, Y. 2023. Bile Acid Metabolism Regulatory Network Orchestrates Bone Homeostasis. *Pharmacological Research*, 196, 106943.