

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Presentase bobot organ relatif

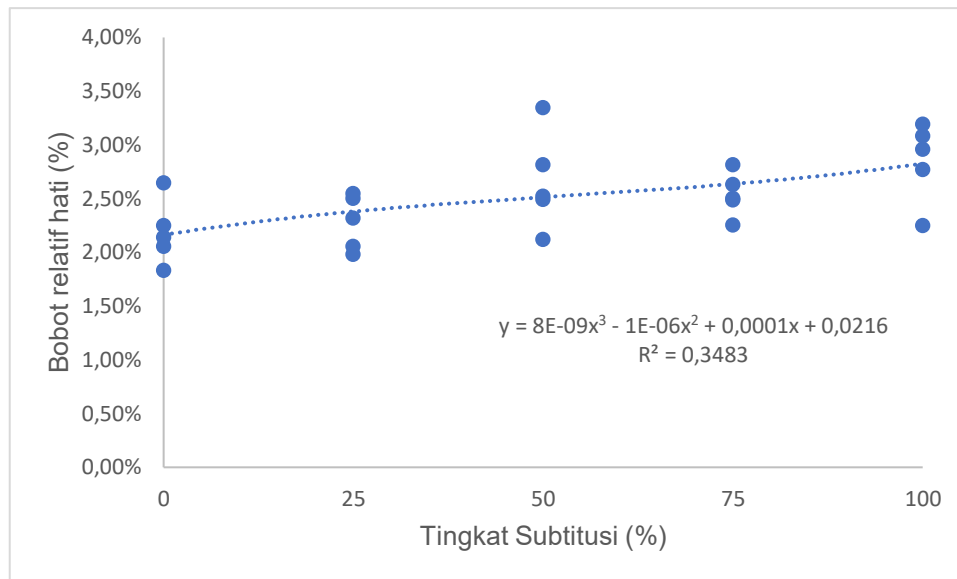
Tabel 4. Rataan hasil presentase bobot organ relatif dibandingkan dengan bobot tubuh (%)

Parameter	Perlakuan					p-Values
	P0	P1	P2	P3	P4	
Hati	2,19 ± 0,30 ^a	2,28 ± 0,25 ^{ab}	2,66 ± 0,45 ^{bc}	2,54 ± 0,20 ^{a^{bc}}	2,85 ± 0,37 ^c	0,02
Limpa	0,21 ± 0,03	0,18 ± 0,04	0,18 ± 0,04	0,20 ± 0,03	0,23 ± 0,08	0,59
<i>Bursa Fabricius</i>	0,09 ± 0,02 ^a	0,20 ± 0,03 ^b	0,17 ± 0,10 ^b	0,08 ± 0,04 ^a	0,06 ± 0,02 ^a	0,00
Timus	0,41 ± 0,07 ^c	0,42 ± 0,10 ^c	0,37 ± 0,06 ^{bc}	0,22 ± 0,09 ^a	0,27 ± 0,13 ^{ab}	0,01

Penggunaan tepung ikan sebesar 10% dari ransum, P1 – perlakuan kontrol (100% tepung ikan), P1 – perlakuan (75% tepung ikan + 25% hidrolisat maggot), P2 – perlakuan (50% tepung ikan + 50% hidrolisat maggot), P3 – perlakuan (25% tepung ikan + 75% hidrolisat maggot), P4 – perlakuan (100% hidrolisat maggot); nilai rata-rata dalam baris yang sama dengan superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

5.1.1. Hati

Presentase bobot hati merupakan indikator penting dalam menilai status kesehatan dan efisiensi metabolisme tubuh. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan hidrolisat maggot memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap presentase bobot relatif hati. Perlakuan tepung ikan P0 (kontrol) memiliki nilai 2,19% dengan presentase terendah dan angka tertinggi diperoleh dengan penggantian 100% hidrolisat maggot yang memiliki nilai 2,85%. Nilai tersebut masih dalam rentang normal apabila dibandingkan berbagai penelitian lainnya. Penelitian yang dilakukan Akbar et al., (2023) yang menggunakan berbagai galur ayam lokal menemukan hasil bobot organ hati antara 2,54% hingga 3,61% dari total bobot hidup. Hasil yang berbeda ditemukan oleh Schiavone et al., (2017) bahwa efek penggantian parsial (50%) dan total (100%) minyak kedelai dengan minyak lemak larva *Hermetia illucens* dalam pakan ayam broiler fase finisher menunjukkan hasil bobot organ hati lebih kecil yaitu antara 1,7% hingga 1,9%. Bahan pakan dengan tinggi kandungan lemak seperti maggot cenderung memengaruhi ukuran hati karena adanya peningkatan aktivitas metabolik terutama metabolisme lemak.



Gambar 3. Respon substitusi hidrolisat maggot terhadap bobot hati

Hasil analisis polinomial ortogonal menunjukkan pola linear antara tingkat substitusi tepung ikan oleh hidrolisat maggot dengan parameter bobot relatif hati ayam KUB. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,348 yang berarti bahwa sekitar 34,48% variasi bobot hati dipengaruhi oleh substitusi hidrolisat maggot. Sisa sebesar (63,52%) dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik dari aspek nutrisi, kondisi fisiologi ayam dan pengaruh lingkungan. Hati merupakan organ vital dalam sistem metabolisme tubuh yang memiliki peran untuk sintesis protein plasma, metabolisme karbohidrat, detoksifikasi dan penyimpanan lemak (Xing et al., 2021). Hidrolisat maggot merupakan bahan pakan berbasis serangga yang memiliki kandungan protein serta lemak tinggi. Menurut Damara et al., (2021) asupan pakan dengan kandungan protein dan lemak yang tinggi akan meningkatkan beban kerja hati, karena organ ini harus mengolah dan mensintesis kedua makronutrien tersebut secara intensif.

Hati merupakan organ utama dalam proses lipogenesis dan berfungsi sebagai tempat penimbunan lemak. Organ hati pada unggas berperan lebih dari 90% sintesis asam lemak *de novo* yang dikendalikan oleh enzim *Acetyl-CoA Carboxylase Alpha* (Tong, 2005). Aktivitas lipogenesis *de novo* di hati ayam tinggi akibat pemberian pakan tinggi energi menyebabkan peningkatan sintesis asam lemak jenuh dan tak jenuh. Akumulasi asam lemak dalam hepatosit menyebabkan pembesaran sel (hipertrofi), yang secara fisiologis tercermin dalam peningkatan bobot organ hati ayam. Aktivitas metabolik yang meningkat ini memicu hipertrofi hepatosit sehingga terjadi peningkatan bobot organ hati. Ekspresi gen MiR-122 diketahui dapat meningkatkan proses pembentukan lemak di sel hati dengan cara mengatur kerja gen-gen penghasil enzim pembentuk lemak, seperti *Fatty Acid Synthase* (FAS) dan *Acetyl-CoA Carboxylase* (ACC). (Li et al., 2016).

Ketidakeimbangan asam amino dalam pakan terutama lisin dan methione menyebabkan terganggunya status kesehatan ternak. Metionin (Met) merupakan komponen esensial dari sistem antioksidan seluler dan memiliki peran vital dalam menjaga fungsi normal sel dan kesehatan tubuh secara keseluruhan (Colovic et al., 2018). Methionin yang dikonsumsi melebihi kebutuhan fisiologis tidak hanya digunakan untuk sintesis protein, akan tetapi menghasilkan produk samping berupa homosistein dan amonia yang harus didetoksifikasi oleh hati. Peningkatan beban kerja secara metabolik menyebabkan peningkatann bobot organ hati. Jika tubuh menerima asam amino dalam jumlah berlebihan dan tidak digunakan untuk membentuk protein tubuh, hormon, atau enzim, maka kelebihannya akan diproses di hati. sel-sel hati (hepatosit) membuang bagian nitrogen dari asam amino melalui proses yang disebut deaminasi. Aktivitas ini menghasilkan zat sisa berupa amonia berlebih yang memiliki sifat beracun dan membahayakan kesehatan ayam (Zaefarian et al., 2019).

Kenaikan bobot hati dapat dikaitkan respon fisiologis terhadap komposisi nutrisi pakan khususnya kitosan. Studi yang dilakukan oleh Carroll et al., (2016) menyebutkan bahwa kitosan mampu mengaktifkan jalur cGAS–STING yang menstimulasi interferon tipe-1, sehingga mampu menekan stres oksidatif dan mendukung regenerasi hepatosit tanpa menyebabkan kerusakan histologis. Peristiwa tersebut mendorong peningkatan fungsi kinerja hati dan secara fisiologis ditandai dengan hipertrofi (pembesaran ukuran) hati. Stres panas sebagai faktor lingkungan dapat memicu penurunan konsumsi pakan dan mengganggu beban kinerja hati. Ternak yang mengalami stres panas kronis hingga akut dapat menyebabkan peningkatan bobot relatif hati serta berpotensi menimbulkan gangguan fungsi dan kerusakan struktural pada organ hati (Chen et al., 2021).

5.1.2. Limpa

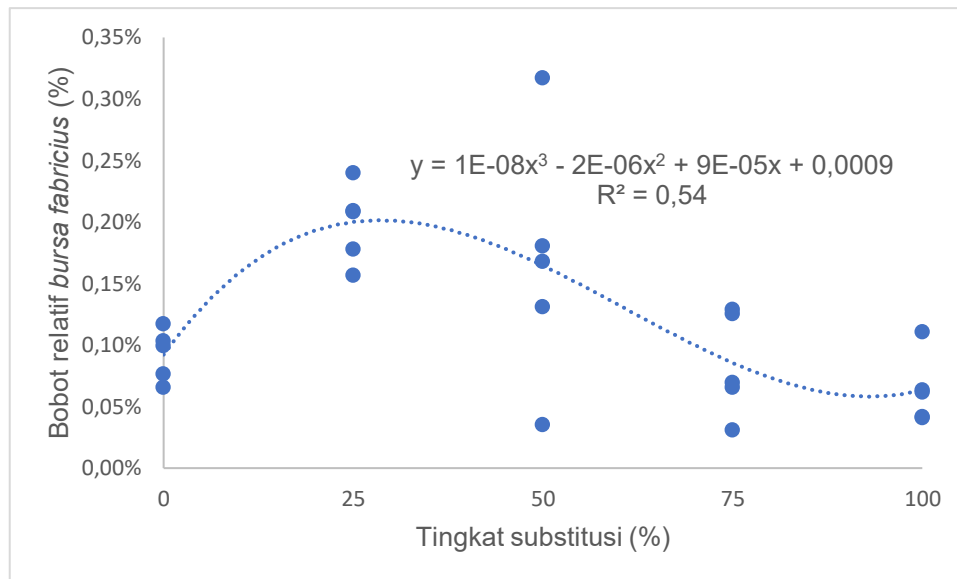
Limpa merupakan organ imunitas terbesar dan memainkan peranan penting dalam mengatur kekebalan seluler dan humoral unggas. Organ ini dipisahkan oleh membran batas berupa *pulp* (jaringan spons) yang berfungsi untuk memproduksi eritrosit (pulpa merah) serta berperan dalam pembentukan sel darah putih (pulpa putih) (Kara et al., 2021). Berdasarkan hasil analisis sidik ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa substitusi hidrolisat maggot dalam ransum ayam KUB berpengaruh tidak nyata ($P>0,05$). Hal tersebut menggambarkan penggantian tepung ikan dengan hidrolisat maggot tidak berdampak pada perkembangan limpa. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian oleh Auza et al., (2021) bahwa substitusi substitusi tepung ikan dengan tepung maggot pada ayam lokal menghasilkan presentase antara 0,16% - 0,31%. Rataan bobot limpa antara 0,18% - 0,23% yang menunjukkan masih dalam kisaran normal. Menurut Putnam., (1991) bobot relatif limpa terhadap bobot badan berkisar antara 0,18% hingga 0,23% masih dalam kisaran normal.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa nilai bobot relatif limpa ayam berbagai perlakuan yaitu $P_0 = 0,21\%$, $P_1 = 0,18\%$, $P_2 = 0,18\%$, $P_3 = 0,20\%$, dan $P_4 = 0,23\%$. Pemberian pakan berbasis hidrolisat maggot memiliki kandungan senyawa bioaktif yang dihasilkan dari kitin. Kitosan merupakan turunan dari kitin yang diketahui mampu mengaktivasi sistem imun bawaan dan adaptif melalui stimulasi produksi sitokin dan kemokin proinflamasi (Lee et al., 2008). Efek yang ditunjukkan mungkin tidak dominan, namun peningkatan atau penurunan bobot organ limpa dapat dipengaruhi oleh senyawa bioaktif tersebut. Gambaran peningkatan presentase limpa memberikan sinyal imun yang mulai adaptif. Menurut Widiyanti et al., (2019) limpa berfungsi mengambil antigen dalam darah yang berikatan dengan limfosit, jika ukuran limpa membesar artinya antigen yang ditampung semakin banyak.

Pengaruh lingkungan atau *heat stress* menyebabkan gangguan pada pertumbuhan organ limpa. Hal ini sesuai dengan pendapat Ohtsu et al., (2015) menyatakan bahwa pertumbuhan persentase organ limpa akan terganggu jika ternak terkena cekaman panas atau infeksi benda asing. Organ limfoid sekunder atau perifer adalah tempat aktivasi respons imun setelah interaksi dengan patogen. Dinamika ukuran limpa ayam menunjukkan peningkatan berat seiring dengan bobot badan. Keseimbangan fungsi kekebalan tubuh erat kaitan dengan perkembangan organ limfoid. Peningkatan ukuran limpa dapat dijadikan parameter untuk respon sistem kekebalan akibat gangguan infeksius (Nagy et al., 2022).

5.1.3. Bursa Fabricius

Letak *bursa fabricius* di bagian atas kloaka dan memiliki bentuk menyerupai kantung. *Bursa fabricius* merupakan organ primer limfoid pada unggas yang berperan dalam proses pembentukan dan pematangan limfosit B (Pietras et al., 2021). Organ ini berperan sebagai tempat diferensiasi awal limfosit B sebelum disebarkan ke organ limfoid sekunder seperti limpa dan jaringan limfoid mukosa. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rata-rata presentase bobot *bursa fabricius* pada penelitian ini berkisar 0,06% hingga 0,20%. Berdasarkan rata-rata presentase bobot *bursa fabricius* yang diamati pada seluruh perlakuan masih dalam kisaran fisiologis yang normal. Hal ini mengindikasikan bahwa fungsi imun humoral ayam tetap berjalan optimal meskipun terdapat substitusi pakan dengan hidrolisat maggot. Hasil penelitian ini masih dalam rentang penelitian yang dilakukan oleh Soglia et al., (2022) bobot relatif *bursa fabricius* pada ayam broiler yang diberi 10% maggot *bsf* berkisar antara 0,21 hingga 0,23% dari bobot hidup.



Gambar 4. Respon substitusi hidrolisat maggot terhadap bobot bursa

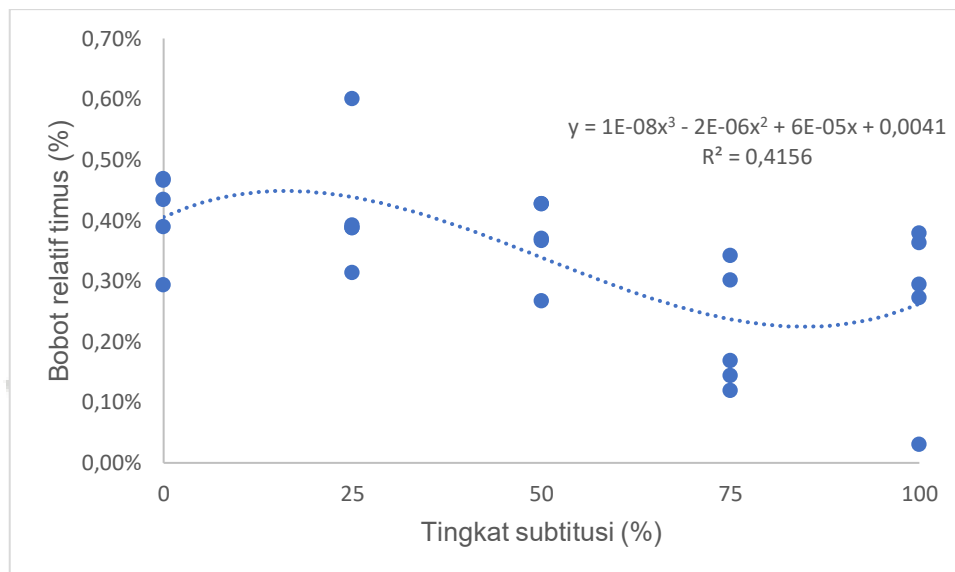
Berdasarkan grafik polynomial ortogonal menunjukkan tren penurunan bobot relatif *bursa fabricius* seiring peningkatan substitusi hidrolisat maggot *bsf*. Nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,54 yang mengindikasikan bahwa nilai 54 % variasi bobot bursa dipengaruhi oleh substitusi pakan. Faktor lain hingga 46% ditentukan oleh genetika, stress fisiologis, infeksi, dan gangguan metabolisme. Menurut Bovera et al., (2018) Penurunan ukuran atau berat *bursa* sering terjadi pada kondisi stres, yang dipicu oleh peningkatan hormon kortikosteron dengan efek immunosupresif terhadap jaringan limfoid. *Bursa fabricius* merupakan organ limfoid primer yang aktif berkembang pada fase awal kehidupan ayam dan mulai mengalami atrofi (pengecilan) seiring bertambahnya umur. Menurut Fransiska et al., (2020) bahwa rasio bobot *bursa fabricius* terhadap bobot tubuh pada ayam ALPU (Ayam Lokal Pedaging Unggul) menunjukkan penurunan seiring dengan tercapainya fase dewasa kelamin.

5.1.4. Timus

Berdasarkan hasil analisis statistik menunjukkan bahwa substitusi tepung ikan dengan hidrolisat maggot memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap presentase bobot organ timus. Kelompok perlakuan P0 dan P1 menunjukkan bobot relatif timus yang lebih tinggi, yaitu masing-masing sebesar 0,41% dan 0,42%, dibandingkan dengan kelompok P3 dan P4 yang mengalami penurunan secara konsisten hingga mencapai 0,22% dan 0,27%. Sementara itu, kelompok P2 dengan nilai 0,37% berada pada kisaran menengah dan tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Hal ini mengindikasikan bahwa substitusi hidrolisat maggot hingga level 50% masih dapat ditoleransi secara imunologis sedangkan substitusi pada level tinggi ($\geq 75\%$) berpotensi menekan perkembangan timus. Meskipun mengalami penurunan yang signifikan, rentang presentase

tersebut masih dalam batas fisiologis normal. Hasil ini hampir sama dengan penelitian dari Hertamawati et al., (2022) yang menyatakan bobot relatif dari timus antara 0,28 - 0,37%. Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Nandhirabrata et al., (2023) dengan menggunakan pakan level bertingkat tepung maggot bsf pada ayam super marron hingga 20% menunjukkan hasil yang relatif sama yaitu antara 0,18% hingga 0,35%.



Gambar 5. Respon substitusi hidrolisat maggot terhadap bobot timus

Hasil uji polinomial ortogonal menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,41 yang mewakili bahwa sekitar 41,56% perubahan bobot relatif timus dipengaruhi oleh tingkat substitusi pakan. Temuan ini menunjukkan bahwa pengaruh substitusi pakan terhadap perkembangan timus bersifat sedang, tetapi bukan merupakan satu-satunya determinan utama dalam dinamika fisiologis organ limfoid tersebut. Kajian mengenai fungsi timus pada unggas dapat memberikan informasi untuk menilai tingkat stres serta kesesuaian komposisi nutrisi yang diberikan. Menurut Huralska et al., (2020) besar timus sangat bervariasi dengan ukuran berat absolut semakin meningkat seiring pertumbuhan ayam hingga usia 40 hari dan setelah itu mengalami penurunan ditandai dengan involusi secara morfologis.

Pakan yang tidak mencukupi Kebutuhan nutrisi esensial dapat menyebabkan penurunan konsumsi. Perlakuan P4 dengan penggantian 100% substitusi dengan hidrolisat maggot menyebabkan tingkat konsumsi pakan terendah. Menurut Savino et al., (2022) penurunan konsumsi pakan menurunkan ketersediaan protein dan mikronutrien penting, memicu stres fisiologis dan hormonal, serta menekan perkembangan sel T di timus. Kondisi malnutrisi energi dan protein

menyebabkan atrofi timus yang signifikan, sehingga berakibat pada penurunan bobot relatif timus. Paparan stres panas terbukti menyebabkan penurunan ukuran organ limfoid primer terutama timus dan terjadi peningkatan suhu tubuh yang memicu immunosupresi dan perubahan struktur jaringan limfoid. Menurut Ohtsu et al., (2015) respon fisiologis terhadap stres yang berkepanjangan akan menyebabkan atrofi (pengecilan) sehingga menyebabkan penurunan ukuran dan fungsi organ secara drastis. Stres panas menyebabkan kerusakan oksidatif pada organ kekebalan dan menurunkan indeks organ. Menurut Hirakawa et al., (2020) menunjukkan bahwa stres panas secara serius merusak morfologi korteks timus yang mempengaruhi proliferasi dan fungsi sel T dan B sehingga menyebabkan kelainan kekebalan pada ayam broiler.

5.2. Performa Ternak

Tabel 5. Rataan hasil Pertumbuhan absolut dan Efisiensi ransum

Perlakuan	Parameter		
	Konsumsi Ransum (g)	Pertumbuhan Absolut (g/ekor)	Efisiensi Ransum (%)
P0	1444,97 ± 15,62 ^e	439,70 ± 24,01 ^e	30,42 ± 0,01 ^c
P1	1353,17 ± 33,79 ^d	406,80 ± 34,56 ^d	30,07 ± 0,03 ^c
P2	1226,90 ± 49,43 ^c	321,90 ± 10,90 ^c	26,26 ± 0,01 ^b
P3	1071,50 ± 36,85 ^b	253,83 ± 6,97 ^b	23,70 ± 0,01 ^a
P4	636,43 ± 16,65 ^a	139,70 ± 10,86 ^a	21,94 ± 0,02 ^a
p- Values	0,02	0,028	0,102

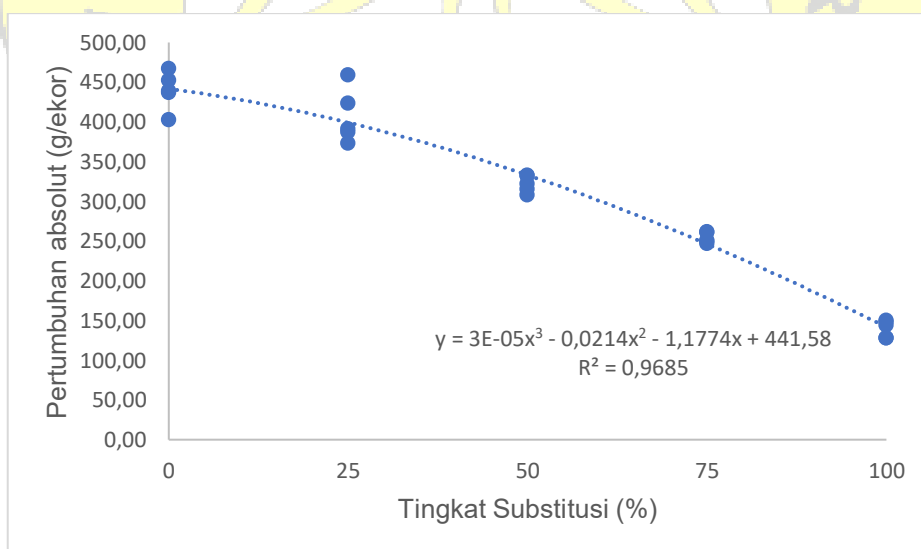
Penggunaan tepung ikan sebesar 10% dari ransum, P1 – perlakuan kontrol (100% tepung ikan), P1 – perlakuan (75% tepung ikan + 25% hidrolisat maggot), P2 – perlakuan (50% tepung ikan + 50% hidrolisat maggot), P3 – perlakuan (25% tepung ikan + 75% hidrolisat maggot), P4 – perlakuan (100% hidrolisat maggot); nilai rata-rata dalam baris yang sama dengan superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

5.2.1. Pertumbuhan Absolut

Peningkatan ukuran fisik atau berat suatu ternak dalam periode waktu tertentu dapat diketahui dengan penghitungan pertumbuhan absolut. Laju pertumbuhan yang tinggi mengindikasikan bahwa ternak mampu memanfaatkan nutrisi secara efisien untuk deposisi jaringan yang berimbas pada keberhasilan produksi (Majid et al., 2022). Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa substitusi hidrolisat maggot terhadap tepung ikan secara signifikan mempengaruhi pertumbuhan absolut ($P < 0,01$). Berdasarkan analisis uji lanjut Duncan perlakuan kontrol (P0) menghasilkan pertambahan bobot badan tertinggi yaitu 439,60 g/ekor. Semakin tinggi tingkat substitusi hidrolisat maggot menunjukkan tren penurunan dengan nilai terendah pada perlakuan P4 sebesar 139,70 g/ekor.

Pertumbuhan absolut ayam KUB pada penelitian ini mencapai 439,60 g/ekor, nilai yang relatif sebanding dengan laporan penelitian Erwan et al., (2023) sebesar 455,5 g/ekor pada strain dan umur yang sama. Hal tersebut mengindikasikan bahwa tingkat substitusi yang dilakukan belum mampu menggantikan peran tepung ikan dalam mendukung pertumbuhan optimal ayam KUB. Hasil penelitian ini menunjukkan pola yang sama dengan penelitian Prasetyo et al., (2024) bahwa penggantian tepung maggot hingga taraf 10% menyebabkan penurunan pertambahan bobot badan dibandingkan dengan kontrol yaitu (428,7 vs 442,3) g/ekor pada ayam merawang.

Tingkat konsumsi pakan akan mempengaruhi ternak dalam memanfaatkan kandungan nutrisi yang terkandung di dalamnya. Perlakuan dengan tingkat substitusi 100% memiliki tingkat konsumsi pakan terendah. Menurut Islamiati et al., (2024) pembatasan konsumsi pakan hingga 75% akan menurunkan pertambahan bobot badan. Kondisi ini secara langsung berdampak pada pertumbuhan absolut karena nutrisi esensial untuk sintesis protein dan jaringan tubuh tidak terpenuhi. Kecenderungan konsumsi ternak yang rendah dipengaruhi oleh tingkat palatabilitas pakan. Studi yang dilakukan oleh Hwangbo et al., (2009) menunjukkan bahwa tingkat penambahan moderat tepung maggot memiliki manfaat yang baik, tingkat lebih tinggi menyebabkan penurunan tingkat palatabilitas. Tekstur dan rasa mempengaruhi pola konsumsi sehingga berdampak terhadap pemanfaatan nutrisi untuk pertumbuhan ternak.



Gambar 6. Respon substitusi hidrolisat maggot terhadap pertumbuhan absolut

Hasil uji polynomial orthogonal menunjukkan adanya hubungan kubik dengan koefisien determinasi sebesar 0,96. Variasi pertumbuhan ayam secara signifikan dipengaruhi oleh tingkat substitusi hidrolisat maggot dalam ransum. Berdasarkan Hasil tersebut mengindikasikan bahwa hidrolisat maggot belum mampu sepenuhnya menggantikan peran tepung ikan dalam mendukung

pertumbuhan optimal ayam KUB. Penurunan nilai pertumbuhan absolut dapat dikaitkan dengan ketidakseimbangan asam amino. Hal ini sesuai dengan penelitian oleh Soomro et al., (2017) pemberian pakan dengan formulasi asam amino yang tidak seimbang meskipun menggunakan dua sumber protein berkualitas seperti Soy Bean Meal (SBM) dan Cotton Seed Meal (CSM), menurunkan performa pertumbuhan broiler.

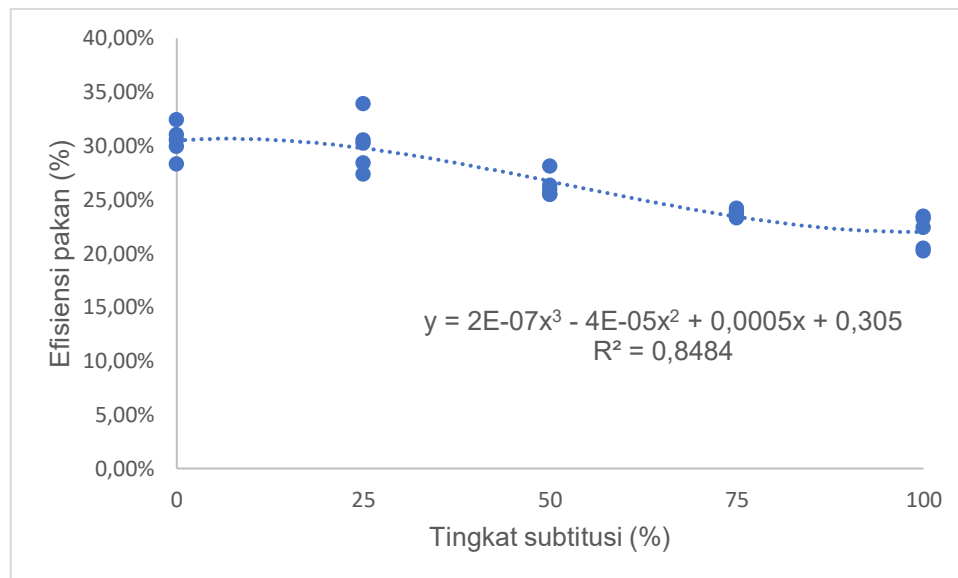
Pembatas utama asam amino esensial dalam pakan yaitu lisin dan metionin. Asam amino esensial berupa methionin berfungsi sebagai prekursor sistein, sumber sulfur, dan bagian integral dari protein tubuh (Ojano-Dirain dan Waldroup, 2002). Jumlah berlebihan methionin dalam pakan memiliki dampak negatif bagi pertumbuhan ayam. Kelebihan methionin dalam jumlah besar maka akan diubah menjadi homosistein. Akumulasi jumlah homosistein yang lebih tinggi dalam tubuh berdampak negatif terhadap metabolisme dan menyebabkan penurunan bobot badan (Hayat et al., 2015). Hal ini diperkuat oleh Mulyantini et al., (2010) yang melaporkan bahwa peningkatan kadar DL-metionin dalam pakan hingga 9,0 g/kg dalam pakan ayam menyebabkan penurunan pertambahan berat badan (weight gain) dan konsumsi pakan (feed intake).

5.2.2. Efisiensi Pemanfaatan Pakan (EPP)

Efektivitas pemanfaatan pakan ditentukan oleh besar kecilnya nilai konversi pakan yang dihasilkan. Efisiensi pakan menunjukkan jumlah pertambahan bobot badan yang diperoleh dari setiap satuan pakan yang dikonsumsi oleh ternak (Tahir et al., 2023). Penggunaan hidrolisat maggot sebagai substitusi tepung ikan menyebabkan penurunan presentase efisiensi pemanfaatan pakan secara signifikan. Data yang telah diolah dilakukan Uji Lanjut Duncan menunjukkan perlakuan P0 (kontrol) dan P1 memiliki nilai efisiensi ransum yang relatif serupa, yaitu masing - masing 30,43% dan 30,06%. Kesamaan nilai tersebut mengindikasikan bahwa penggantian sebagian kecil tidak menurunkan kemampuan ayam dalam mengonversi pakan menjadi bobot tubuh. Penelitian yang dilakukan oleh Chang et al., (2023) menunjukkan bahwa penggantian pakan menggunakan hidrolisat maggot dengan tingkat 3% pada ayam broiler mampu meningkatkan pertambahan bobot badan dan menurunkan angka konversi pakan. Apabila konsumsi pakan yang minimum menghasilkan pertambahan berat badan yang tinggi berarti efisiensi penggunaan pakan tersebut tinggi.

Penggantian tepung ikan dengan tingkat substitusi mencapai 100% pada P4 menunjukkan nilai efisiensi terendah yaitu sebesar (21,94%). Penurunan ini diduga berkaitan dengan rendahnya konsumsi pakan dan menurunnya palatabilitas. Menurut Wolayan et al., (2023) tingkat konsumsi pakan berperan penting dalam memengaruhi efisiensi penggunaannya. Gambaran efisiensi ransum yang baik dapat dilihat dari pemanfaatan secara efisien pakan yang dikonsumsi. Menurut Natsir et

al., (2020) ternak ayam pedaging kurang menyukai bentuk fisik maggot bsf dalam bentuk tepung/*mesh* karena warna gelap yang dianggap kurang menarik dan tidak disukai ayam.



Gambar 7. Respon substitusi hidrolisat maggot terhadap Efisiensi pakan

Pola penurunan efisiensi ransum dikonfirmasi melalui analisis polynomial orthogonal yang menunjukkan model kubik dengan nilai determinasi $R = 0,85$. Hal tersebut menunjukkan bahwa 84,84% variasi efisiensi ransum dijelaskan oleh level substitusi maggot dalam pakan, sementara sisanya sekitar 15,16% dipengaruhi oleh faktor lain seperti genetik ayam, kondisi lingkungan, dan stabilitas mikroba usus. Kandungan anti nutrisi dalam pakan dapat menjadi pembatas sehingga mempengaruhi efisiensi pemanfaatan pakan pada ayam KUB. Hidrolisis pakan bertujuan untuk memecah ikatan kompleks, namun kemungkinan kitin dan derivatnya masih belum terdgradasi dengan baik. Menurut Hidayat, (2018) kitin memiliki kemampuan membentuk ikatan kompleks dengan protein, sehingga menghambat proses pencernaan dan penyerapan nutrisi. Hal tersebut berdampak menurunnya efisiensi ransum karena pakan yang dikonsumsi tidak sepenuhnya dikonversi menjadi pertambahan bobot badan.

5.3. Status Fisiologis ternak

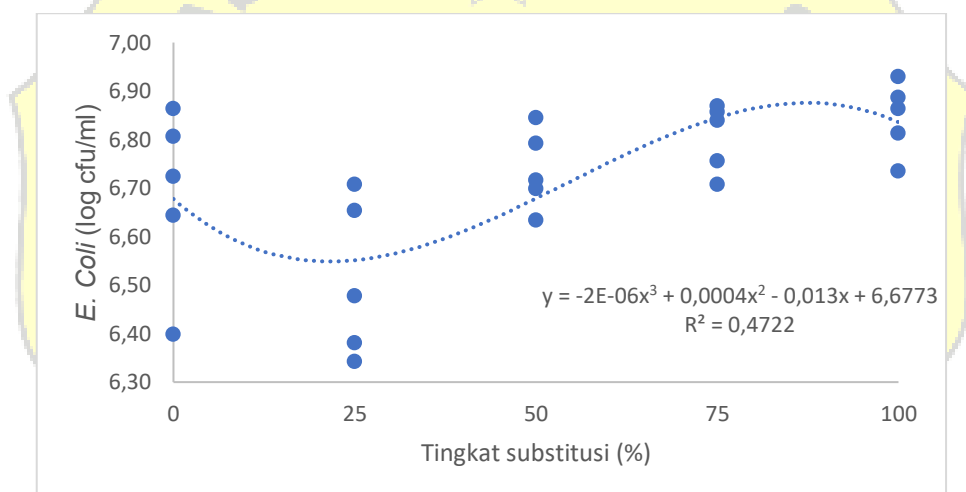
Tabel 6. Rataan Populasi total Bakteri *E.coli* dan Rasio (H/L)

Parameter	Perlakuan					p-Values
	P0	P1	P2	P3	P4	
<i>E.coli</i> (cfu/ml)	6,69 ± 0,18 ^b	6,51 ± 0,16 ^a	6,74 ± 0,08 ^b	6,81 ± 0,07 ^b	6,85 ± 0,07 ^b	0,04
Rasio H/L (g/dl)	0,20 ± 0,12 ^a	0,24 ± 0,10 ^a	0,27 ± 0,17 ^a	0,28 ± 0,08 ^a	0,20 ± 0,10 ^a	0,77

Penggunaan tepung ikan sebesar 10% dari ransum, P1 – perlakuan kontrol (100% tepung ikan), P1 – perlakuan (75% tepung ikan + 25% hidrolisat maggot), P2 – perlakuan (50% tepung ikan + 50% hidrolisat maggot), P3 – perlakuan (25% tepung ikan + 75% hidrolisat maggot), P4 – perlakuan (100% hidrolisat maggot); nilai rata-rata dalam baris yang sama dengan superskrip berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$)

5.3.1. Total Bakteri *E. Coli*

Kondisi normal bakteri *E.coli* berperan sebagai mikroorganisme komensal, artinya hidup berdampingan tanpa menimbulkan bahaya. Ketidakseimbangan mikroflora usus akibat stres, gangguan imun dan perubahan pakan secara mendadak menyebabkan perubahan sifat menjadi patogenik. Hal tersebut dilaporkan oleh Swelum et al., (2021). Perkembangan strain *E. coli* yang bersifat patogenik biasa dikenal sebagai *Avian Pathogenic E. coli* (APEC). Populasi bakteri *E.coli* pada saluran usus ayam KUB umur 8 minggu yang diberi pakan substitusi hidrolisat ditampilkan pada Tabel 7. Pengaruh substitusi hidrolisat maggot terhadap tepung ikan dalam ransum ayam KUB umur 8 minggu memberi pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$).



Gambar 8. Respon substitusi hidrolisat maggot terhadap Total *E.coli*

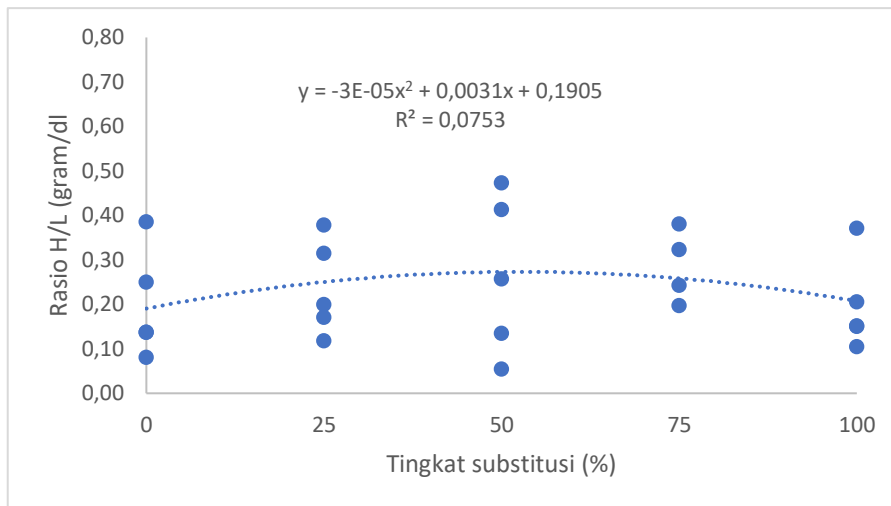
Hubungan antara tingkat substitusi hidrolisat maggot dan jumlah bakteri *E. coli* menunjukkan pola tidak linear. Penggunaan pada pemberian tertentu cenderung menurunkan dan bila peningkatan level pemberian mengakibatkan peningkatan populasi. Nilai terendah populasi *E. coli* ditunjukkan oleh pengaruh perlakuan P1 (tingkat substitusi 25%) dengan rata-rata 6,51 log cfu/ml. Rendahnya populasi bakteri *E. coli* terjadi karena adanya peran dan mekanisme kerja hidrolisat maggot. Kandungan senyawa bioaktif yang terkandung di dalam maggot berupa asam laurat melalui proses hidrolisis terbukti menurunkan populasi bakteri *E. coli*. Asam lemak rantai menengah (MCFA), terutama asam laurat mampu memodulasi ekosistem mikrobiota usus secara selektif. Asam laurat bekerja menghambat *Escherichia coli* di usus dengan cara merusak lapisan pelindung bakteri tersebut (Ewald et al., 2020).

Efek sinergis ini tidak hanya berdampak pada stabilitas mikrobiota tetapi juga memperkuat integritas epitel usus dan menurunkan beban imunologis. Hal tersebut dilaporkan oleh Lagat et al., (2021) kitin dan kitosan hasil ekstraksi maggot menunjukkan aktivitas antimikroba spektrum luas dan menghambat perkembangan bakteri gram-negatif (*Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*). Mekanisme sederhana melibatkan interaksi elektrostatis antara situs NH_3^+ kitosan (bermuatan positif) dan membran sel mikroba (bermuatan negatif). Interaksi ini mengubah permeabilitas sel mikroba, menyebabkan keluarnya isi sel mikroba (Tsai dan Su, 1999).

5.3.2. Rasio H/L (Heterofil per Limfosit)

Rasio Heterofil/limfosit (H/L) merupakan salah satu indikator ternak mengalami cekaman stress. Menurut Siegel, (1995) mengklasifikasikan nilai rasio H/L ke dalam tiga kategori stress, yaitu nilai H/L sebesar 0,2 menunjukkan tingkat stress rendah, nilai 0,5 mencerminkan stress sedang, dan 0,8 menunjukkan tingkat stress tinggi. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap rasio H/L dalam darah ayam KUB ($P > 0,05$). Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel 7. bahwa rata-rata rasio H/L berkisar antara 0,20 (P0 dan P4) sampai 0,28 (P3) dengan rata-rata umum 0,23. Rata-rata tiap perlakuan menunjukkan angka yang lebih rendah dan masih masuk ke dalam kategori normal seperti yang dilaporkan oleh Irawan et al., (2020) bahwa nilai rasio H/L pada perlakuan maggot dalam pakan dengan nilai tertinggi $0,51 \pm 0,04$.

Substitusi tepung ikan dengan hidrolisat maggot dapat berpotensi untuk mempengaruhi respon imun secara moderat. Kandungan bioaktif yang dihasilkan seperti *asam laurat*, *kitin*, dan *peptide* memiliki sifat untuk merangsang kenaikan imunitas (imunostimulan). Menurut Nabila et al., (2024) tepung maggot yang memiliki kandungan kitin berfungsi sebagai *immunomodulatory* dengan fungsi merangsang pembentukan limfosit, sehingga limfosit akan dihasilkan lebih banyak. Semakin tinggi tingkat limfosit diiringi dengan penurunan heterofil maka rasio H/L menunjukkan bahwa tingkat stress pada ayam semakin ringan. Menurut Sriksa et al., (2024) bahwa penambahan minyak maggot yang mengandung *asam laurat* menunjukkan peningkatan *globulin*. Peningkatan kadar globulin khususnya immunoglobulin, mencerminkan aktivasi respon imun adaptif yang dapat menjaga keseimbangan rasio H/L.



Gambar 9. Respon substitusi hidrolisat maggot terhadap Rasio Heterofil:Limfosit (H/L)

Pola hubungan kuadratik tertera pada gambar 9. dengan hasil rasio heterofil-limfosit (H/L) mengindikasikan bahwa substitusi tepung ikan dengan hidrolisat maggot memberikan efek fisiologis non linier terhadap tingkat stres pada ayam KUB. Nilai koefisien determinasi ($R^2 = 0,07$) menunjukkan bahwa perlakuan memberikan kontribusi sedang terhadap perubahan rasio H/L. Peningkatan rasio heterofil terhadap limfosit mengindikasikan adanya peningkatan stres fisiologis pada ayam dan respon adaptif terhadap kondisi lingkungan yang tidak sesuai. Keadaan ayam KUB tergolong masuk ke dalam stres yang ringan. Hal ini sesuai dengan pendapat Fahrina et al., (2021) bahwa ayam dengan kondisi baik mampu menoleransi cekaman panas yang dialami akibat cekaman suhu lingkungan. Perbedaan nilai berbagai penelitian kemungkinan dipengaruhi oleh faktor genetik yang berperan dalam menentukan kapasitas kekebalan tubuh. Hal tersebut dilaporkan oleh Zhang et al., (2023) bahwa rasio H/L bukan hanya indikator stres, tetapi juga cerminan potensi genetik ayam terhadap daya tahan tubuh dan. Lebih lanjut, studi tersebut juga memberikan pandangan baru bahwa rasio H/L dapat dijadikan target perbaikan genetik dengan cara seleksi genetik yang diarahkan.

VI. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Substitusi tepung ikan dengan hidrolisat maggot BSF pada taraf 25% mampu mempertahankan efisiensi pakan. Efek protektif terhadap saluran pencernaan melalui penurunan populasi *E. Coli* dan menjadi kestabilan rasio H/L sebagai indikator stres serta mampu mempertahankan fungsi organ hati dan limfoid berperan penting dalam system kekebalan tubuh ayam KUB.

6.2. Saran

Pemberian hidrolisat maggot pada pakan ayam Kampung Unggul Balitbangtan tidak perlu penambahan minyak dan asam-asam amino terutama metionin dalam formulasi ransum.

