

1 PENDAHULUAN

Latar Belakang

Daging ayam broiler merupakan salah satu sumber protein hewani yang memiliki peranan penting dalam memenuhi kebutuhan gizi. Menurut Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan (2010) daging ayam mengandung protein sebesar 18.20 g, dan memiliki kalori sebesar 404 Kkal 100 g⁻¹ daging ayam. Selain mengandung nilai gizi yang tinggi, ayam broiler juga memiliki rasa dan aroma yang enak, tekstur yang empuk dan harga yang relatif murah, sehingga banyak masyarakat yang mengonsumsi. Konsumsi ayam broiler meningkat setiap tahunnya dan pada tahun 2017 mencapai 5,683 kg/kapita/th (Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan 2018). Selain memiliki kandungan gizi yang baik, daging ayam broiler juga mengandung lemak sebesar 25 g 100 g⁻¹ (Depkes 2010), dan kolesterol yang bervariasi dari 30 mg 100 g⁻¹ hingga 120 mg 100 g⁻¹ (Valsta *et al.* dalam de Oliveira 2016). Kandungan lemak dan kolesterol dapat menimbulkan penyakit pada manusia, salah satunya adalah aterosklerosis.

Pada saat sekarang ini, masyarakat dalam menentukan atau memilih makanan tidak hanya berdasarkan kandungan gizi dan kelezatannya saja, tetapi juga yang mempunyai efek positif terhadap kesehatan. Daging ayam broiler dapat ditingkatkan kualitasnya menjadi pangan fungsional yang tidak hanya bernilai gizi tinggi akan tetapi juga mempunyai efek positif terhadap kesehatan. Salah satu upaya untuk memperbaiki kualitas daging ayam broiler dapat dilakukan dengan memodifikasi pakan menggunakan bahan yang dapat meningkatkan kualitas pakan, sehingga menghasilkan daging sebagai pangan fungsional. Upaya modifikasi pakan salah satunya dengan penambahan minyak ikan lemuru. Minyak ikan lemuru asal Muncar Banyuwangi mengandung *saturated fatty acid* (SFA) 38.15%, *monounsaturated fatty acid* (MUFA) 32.18% dan *polyunsaturated fatty acid* (PUFA) 28.44% (Maulana *et al.* 2014). Minyak ikan lemuru merupakan sumber alami asam lemak tidak jenuh PUFA omega-3, terutama *eicosapentaenoic acid* (C20: 5n-3; EPA) dan *docosahexaenoic acid* (C22: 6n-3; DHA) (Vasile *et al.* 2016). Menurut Rusmana (2008) minyak ikan lemuru mengandung omega-3 sebesar 58.418 mg g⁻¹.

Omega-3 (ω -3) merupakan salah satu asam lemak tak jenuh yang esensial bagi tubuh dan dibutuhkan terutama bagi penderita kolesterol tinggi (Maulana *et al.* 2014). Asam lemak ω -3 sangat penting untuk pertumbuhan dan perkembangan serta berperan dalam pencegahan dan pengobatan penyakit jantung koroner. Pernyataan ini didukung oleh Haris (2004) yang menyatakan bahwa konsumsi EPA dan DHA dalam jangka waktu panjang terbukti berdampak positif terhadap penderita penyakit jantung koroner, yaitu mampu menurunkan resiko kematian mendadak hingga 45% jika dibandingkan terhadap penderita yang tidak mengonsumsi EPA dan DHA (Haris 2004).

Tingginya kandungan asam lemak tidak jenuh pada minyak ikan lemuru menyebabkan minyak ikan lemuru mudah teroksidasi. Ahmadi dan Mushollaeni (2007) menyatakan bahwa EPA dan DHA yang terkandung di dalam minyak ikan menyebabkan minyak ikan mudah teroksidasi karena adanya oksigen. Hidrolisis yang terjadi pada minyak ikan menyebabkan asam lemak terlepas dari ikatan

dengan gliserol yang mengakibatkan peningkatan jumlah asam lemak bebas atau *free fatty acid* (FFA) (Dari *et al.* 2017). Dari *et al.* (2017) selanjutnya menjelaskan peningkatan jumlah FFA pada minyak ikan berpotensi menurunkan mutu dan memicu kerusakan minyak. Selain itu, asam lemak tidak jenuh yang teroksidasi menyebabkan ayam defisien vitamin E. Hal tersebut disebabkan oleh proses oksidasi akan menghasilkan radikal bebas yang akan merusak antioksidan yang dihasilkan oleh tubuh (glutathion peroksidase dan vitamin E) sehingga menyebabkan kerusakan pada sel-sel jaringan tubuh dan gangguan metabolisme tubuh.

Suplementasi antioksidan sangat perlu dilakukan untuk menanggulangi masalah kerusakan minyak ikan lemuru akibat oksidasi. Salah satu antioksidan yang dapat digunakan adalah vitamin E. Vitamin E adalah peredam non-enzim radikal bebas yang berfungsi sebagai antioksidan lipid yang spesifik larut dalam membran sel (Lubis *et al.* 2015). Keberadaan vitamin E dalam ransum ayam broiler yang mengandung minyak ikan lemuru diharapkan dapat melindungi asam lemak tidak jenuh yang ada pada minyak ikan lemuru dengan efektif sehingga dapat dimanfaatkan secara maksimal. Nutrien yang bekerja sinergis dengan vitamin E adalah selenium. Selenium adalah komponen enzim glutathion peroksidase, yang menghancurkan radikal bebas dalam sitoplasma (Lubis *et al.* 2015). Fungsi Se dan vitamin E adalah mencegah terjadinya rantai oto-oksidasi yang reaktif dalam membran lipid sehingga, kombinasi yang sinergis antara Se dan vitamin E dapat bertindak dan melindungi jaringan terhadap kerusakan oksidatif dimana Se dan vitamin E telah terbukti meningkatkan respon imun (Shinde *et al.* 2007).

Suplementasi vitamin E dan selenium diharapkan mampu menghambat terjadinya oksidasi pada minyak ikan lemuru, sehingga kandungan asam lemak ω -3 dapat dimanfaatkan secara efektif dan terdeposit dalam daging broiler. Suplementasi vitamin E dan selenium juga diharapkan dapat menghemat penggunaan enzim antioksidan di dalam tubuh sehingga dapat meningkatkan kandungan antioksidan di dalam daging karena sumbangan dari vitamin E dan selenium. Suplementasi antioksidan juga dapat mengatasi stres oksidatif. Peran antioksidan yaitu meredam pembentukan radikal bebas sehingga menghambat proses oksidasi di dalam sel.

Perumusan Masalah

Rekayasa nutrisi perlu dilakukan untuk menciptakan produk daging ayam broiler fungsional, karena ayam broiler sangat potensial dikembangkan sebagai sumber protein hewani dengan waktu yang singkat. Upaya rekayasa nutrisi dapat dilakukan dengan penggunaan minyak ikan lemuru, namun minyak ikan lemuru mudah mengalami oksidasi. Upaya penghambatan oksidasi asam lemak tidak jenuh pada minyak ikan lemuru ditambahkan dengan antioksidan, yaitu vitamin E dan selenium untuk menghasilkan daging ayam broiler fungsional yang tinggi ω -3 dan antioksidan.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi pemberian vitamin E dan selenium paling efektif dalam ransum ayam broiler yang mengandung minyak ikan lemuru dalam menghasilkan daging broiler fungsional.

Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi mengenai pemberian minyak ikan lemuru, vitamin E dan selenium sebagai upaya untuk menghasilkan daging broiler fungsional.

2 METODE

Semua prosedur eksperimental telah disetujui oleh Komite Etika Hewan dari Institut Pertanian Bogor sesuai dengan pedoman untuk perawatan dan penggunaan hewan dalam penelitian (Nomor: 162-2019 IPB).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2019. Pemeliharaan ternak dilakukan di Laboratorium Lapang Nutrisi Ternak Unggas (Blok C), Fakultas Peternakan, IPB. Pembuatan dan pencampuran pakan dilakukan di Laboratorium Industri Pakan. Pengujian profil dan metabolit darah dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ternak Daging dan Kerja. Pengujian kandungan malonaldehida (MDA) dan aktivitas enzim katalase daging, hati dan ginjal dilakukan di Laboratorium Terpadu Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan Fakultas Peternakan, IPB. Pengujian lemak, asam lemak dan selenium daging di Laboratorium Terpadu Baranang Siang, IPB. Pengujian kolesterol dan vitamin E daging dilakukan di Balai Besar Industri Agro, Bogor.

Bahan

Ternak

Penelitian ini menggunakan ayam broiler Strain *Lohmann* MB 202 yang diperoleh dari PT. JAPFA sebanyak 180 ekor dengan proporsi jantan dan betina yang sama. Ayam dipelihara mulai dari umur satu hari hingga umur 35 hari.

Pakan

Bahan pakan yang digunakan disusun sesuai dengan periode fase *presatarter* (0-7 hari), *starter* (8-21 hari) dan *finisher* (22-35 hari). Pada seluruh perlakuan digunakan ransum yang sama, yang berbeda hanyalah dosis pemberian vitamin E dan selenium. Minyak ikan lemuru yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari Muncar, Banyuwangi. Vitamin E dan selenium yang digunakan diperoleh dari PT. Nutricell. Ransum disusun berdasarkan standar kebutuhan ayam broiler menurut Leeson dan Summer (2005). Pakan perlakuan disusun

isoenergi dan isoprotein. Data kandungan nutrisi ransum penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi dan kandungan nutrisi ransum penelitian

Nama Bahan	<i>Prestarter</i>	<i>Starter</i>	<i>Finisher</i>
Jagung kuning (%)	60.00	57.00	59.50
Dedak padi (%)	0.00	3.65	5.50
Bungkil kedelai (%)	19.05	20.50	17.25
<i>Meat bone meal</i> (%)	8.00	8.00	7.00
<i>Corn gluten meal</i> (%)	8.00	5.00	5.00
Minyak ikan lemuru (%)	3.50	3.50	3.50
CaCO ₃ (%)	0.50	0.85	0.90
NaCl (%)	0.10	0.20	0.20
Premix (%)	0.50	0.50	0.50
DL-Methionin (%)	0.20	0.40	0.25
Lysin (%)	0.15	0.40	0.40
Jumlah (%)	100	100	100
Kandungan Nutrien			
Bahan kering %	90.41	90.65	90.16
Energi metabolis (Kkal kg ⁻¹)	3200.20	3095.10	3108.38
Protein kasar %	23.04	22.16	20.55
Lemak kasar %	2.74	2.74	2.89
Serat kasar %	2.35	2.68	2.86
Lisin %	1.10	1.33	1.22
Methionin %	0.58	0.70	0.56
Sistin %	0.32	0.31	0.28
Methionin + sistin %	0.90	1.01	0.84
Kalsium %	1.04	1.18	1.09
Phospor %	0.57	0.59	0.55
Natrium %	0.13	0.18	0.17
Klorida %	0.14	0.21	0.21
Asam linoleat %	2.08	1.88	1.96
Asam linolenat %	0.88	0.89	0.87

Diformulasikan menggunakan metode trial and error.

Alat

Kandang dan Perlengkapan

Kandang yang digunakan pada penelitian ini adalah kandang koloni dengan ukuran 1 m x 1 m sebanyak 18 petak dan masing-masing kandang berisi 10 ekor ayam broiler dengan rasio jantan dan betina yang sama. Kandang yang digunakan terbuat dari bambu dan alas kandang (*litter*) yang digunakan adalah sekam. Kandang ayam dipasangkan terpal sebagai tirai yang dapat dibuka dan ditutup. Tirai akan dibuka ketika siang hari dan ditutup ketika malam hari. Setiap petak kandang dilengkapi dengan tempat pakan, tempat air minum dan lampu bohlam 100 watt. Peralatan lain yang digunakan adalah koran, ember, timbangan, *thermohigrometer* ruang, plastik sebagai wadah pakan, *exhaust fan*, tabung EDTA, kapas, alkohol, syringe, *coolbox*, peralatan kebersihan dan peralatan tulis.

Prosedur

Persiapan Kandang

Sebelum penelitian, kandang dipersiapkan terlebih dahulu dan dilakukan sterilisasi kandang. Tempat pakan, tempat minum dan peralatan lainnya dicuci menggunakan sabun, kemudian dicelupkan kedalam air yang mengandung desinfektan. Setelah kandang siap, dilanjutkan dengan pemberian sekam dan pemasangan lampu serta brooder. Penentuan letak kandang dilakukan secara acak. Ayam broiler dibagi kedalam 18 kandang dengan masing-masing kandang terdiri atas 10 ekor ayam broiler dengan rasio jantan dan betina yang sama (50:50).

Pembuatan Pakan Penelitian

Pakan dicampur di Laboratorium Industri Pakan, pembuatan *crumble* serta pelet dilakukan di pabrik pembuaan pakan di Tegalwaru, Bogor. Bahan pakan yang digunakan adalah jagung kuning, dedak padi, bungkil kedelai, minyak ikan lemuru, *corn gluten meal* (CGM) dan *meat bone meal* (MBM), kalsium karbonat (CaCO_3), premiks, natrium klorida, DL-methionin, lisin, vitamin E dan selenium. Seluruh bahan pakan diaduk hingga homogen dalam mesin pencampur (*mixer*). Setelah dicampur, kemudian dilakukan pembuatan pelet.

Pemeliharaan

Ayam broiler yang baru datang diberikan air minum yang mengandung gula dengan perbandingan air dan gula yaitu 5:1. Ayam ditimbang dan dimasukkan kedalam kandang perlakuan. Setelah air gula habis, kemudian diberikan air minum yang sudah ditambahkan vitamin guna mengurangi stres. Pemeliharaan ayam broiler dilakukan selama 35 hari, mulai dari ayam broiler berumur satu hari (periode *prestarter*) hingga umur 35 hari (periode *finisher*). Pada hari pertama hingga hari ke tujuh diberikan alas koran diatas sekam sebagai litternya. Pakan dan air minum diberikan *ad libitum*. Pencatatan suhu dan kelembaban dilakukan setiap hari sebanyak tiga kali, yaitu pada pagi hari (jam 06.00), siang hari (jam 12.00) dan malam hari (jam 22.00).

Pengukuran Performa

Pengukuran performa yang dilakukan adalah pengukuran konsumsi, pertambahan bobot badan (PBB), bobot badan (BB) akhir, *feed conversion ratio* (FCR) dan mortalitas. Konsumsi diukur dengan cara mengurangi pakan yang diberikan dengan pakan yang tersisa. Perhitungan FCR dengan membandingkan antara konsumsi pakan dengan pertambahan bobot badan ayam broiler. Mortalitas ayam broiler dicatat setiap ada ayam yang mati dan dihitung dalam persen.

Pelaksanaan Panen

Panen dilakukan setelah ayam berumur 35 hari. Sampel diambil secara acak sebanyak satu ekor ayam jantan dari setiap kandang. Pemotongan ayam dilakukan pada pagi hari dan dilakukan sesuai dengan kode etik hewan. Sebelum dipotong, ayam ditimbang untuk mengetahui bobot hidup ayam. Setelah ayam dipotong, ayam digantung dengan kondisi kepala berada dibawah dengan tujuan agar semua darah keluar dengan sempurna, kemudian ayam ditimbang kembali.

Pengambilan Sampel Darah

Pengambilan sampel darah dilakukan pada hari ke-34 pemeliharaan. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari. Sampel diambil dari satu ekor ayam jantan pada setiap ulangnya dengan volume 3 mL. Bagian *vena pectornalis* dibersihkan menggunakan alkohol 70%, kemudian darah diambil menggunakan syring. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam tabung EDTA dan disimpan ke dalam *coolbox* guna mencegah kerusakan sebelum dianalisis. Serum darah dianalisis untuk mengetahui profil darah yang meliputi *packed cell volume* (PCV), hemoglobin, eritrosit, leusit dan diferensiasi leukosit, dan plasma darah digunakan untuk menganalisis metabolit darah yang meliputi kolesterol, trigliserida, *high density lipoprotein* (HDL) dan *low density lipoprotein* (LDL).

Pengambilan Sampel Daging, Hati dan Ginjal

Sampel daging, hati dan ginjal diambil pada hari ke-35 pemeliharaan (akhir penelitian). Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari, setelah pemotongan ayam broiler. Sampel daging yang diambil adalah bagian paha atas dan paha bawah. Sampel yang diambil adalah ayam jantan pada setiap ulangnya. Sampel daging yang dianalisis meliputi: kandungan lemak, asam lemak, kolesterol, vitamin E, selenium, enzim katalase dan malonaldehid (MDA). Sampel hati dan ginjal diambil untuk analisis aktivitas enzim katalase dan kandungan MDA.

Pengukuran Hematologi Darah dan Diferensiasi Leukosit

Analisis hematologi darah meliputi pengukuran *packed cell volume* (PCV) atau hematokrit, haemoglobin, jumlah eritrosit, jumlah leukosit serta diferensiasi leukosit. Pengukuran hematologi darah digunakan untuk melihat kesehatan ayam.

Packed cell volume (PCV). Pengukuran PCV atau nilai hematokrit dilakukan dengan menggunakan *Microcapillary Reader*. Darah dimasukkan kedalam tabung mikro kapiler dengan cara memiringkan tabung berisi sampel darah hingga tabung terisi 70% dari panjang tabung, kemudian disumbat dengan cretoseal. Tabung kemudian disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 2500 rpm. Bagian yang tersumbat diletakkan menjauhi *sentrifuge*. Tabung yang telah di sentrifuse dibaca menggunakan *Microcapillary Reader* (Sastradipraja *et al.* 1989).

Kadar haemoglobin (Hb). Perhitungan kadar haemoglobin dilakukan menggunakan metode Sahli. Larutan HCl 0.01 N ditetaskan pada tabung Sahli sampai batas tera bawah, kemudian sampel darah dihisap menggunakan pipet hingga mencapai batas tera atas. Darah kemudian segera dimasukkan ke dalam tabung Sahli dan ditunggu selama tiga menit atau sampai berubah warna menjadi coklat. Larutan kemudian ditambahkan aquades setetes demi setetes hingga larutan sama dengan warna standar hemoglobinometer. Hasil kemudian dibaca dengan cara melihat baris “gram %” yang tertera pada tabung hemoglobin, yang berarti banyaknya hemoglobin dalam gram per 100 mL darah (Sastradipraja *et al.* 1989).

Perhitungan eritrosit. Pengukuran dilakukan dengan memasang aspirator pada pipet sel darah merah. Darah dihisap melalui aspirator pada pipet sampai skala 0.5 kemudian ujung pipet dibersihkan dengan tisu. Larutan hayem dihisap sampai tanda 101. Aspirator dilepas dari pipet darah merah, kemudian kedua

ujung pipet ditutup dengan ibu jari dan telunjuk dan dihomogenkan dengan gerakan angka delapan selama tiga menit. Bagian yang tidak tercampur pada bagian ujung pipet dibuang, kemudian dimasukkan kedalam kamar hitung. Butir-butir darah dihitung dibawah mikroskop. Perhitungan jumlah eritrosit dilakukan menggunakan lima kotak kecil yang terletak dibagian tengah. Jumlah sel darah merah yang didapat dari hasil perhitungan dikalikan dengan 10^4 (Sastradipraja *et al.* 1989).

Perhitungan leukosit. Sampel darah dihisap menggunakan pipet leukosit dengan bantuan aspirator hingga batas 0.5, kemudian ujung pipet dibersihkan dengan tisu. Larutan Turk dihisap hingga tanda 11, kemudian tutup kedua ujung pipet menggunakan ibu jari dan telunjuk serta dihomogenkan dengan gerakan angka delapan. Bagian yang tidak tercampur pada bagian ujung pipet dibuang, kemudian dimasukkan kedalam kamar hitung. Butir-butir darah dihitung dibawah mikroskop dengan pembesaran 100 kali. Perhitungan jumlah leukosit dilakukan menggunakan empat kotak (masing-masing ada empat kotak kecil) yang terletak dikeempat sudut kamar hitung. Jumlah leukosit yang didapat dari hasil perhitungan dikalikan 50 (Sastradipaja *et al.* 1989).

Diferensiasi leukosit. Sampel darah diteteskan pada ujung preparat, kemudian diulas dengan bantuan *cover glass*. Preparat ulas difiksasi dengan metanol 75% selama lima menit, kemudian dikeringkan. Ulasan darah direndam dengan larutan Giemsa selama 30 menit, kemudian dicuci dengan *aquadest* dan dikeringkan dengan kertas isap. Preparat ulas kemudian dianalisis dibawah mikroskop dengan pembesaran 100 kali dan ditambahkan minyak imersi untuk melihat jenis leukosit.

Pengukuran Metabolit Darah

Kadar lemak didalam darah dapat dilakukan dengan pemeriksaan metabolit darah. Pengujian metabolit darah meliputi kolesterol total, trigliserida, *high density lipoprotein* (HDL) dan *low densitylipoprotein* (LDL).

Pengujian kolesterol total darah. Metode pengukuran dilakukan menurut Rodriguez *et al.* (2000) dengan *choleserol oxidase phenol amino phenazone* (CHOD-PAP). Sampel plasma darah sebanyak 10 μ l dimasukkan kedalam tabung dan ditambahkan 1 mL larutan reagen. Sebagai blanko juga digunakan 1 mL larutan reagen. Larutan kemudian divorteks dan diinkubasi selama 20 menit (20 °C-25 °C) atau 10 menit (37 °C). Absorbansi larutan dibaca pada panjang gelombang 500 nm dan kemudian dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Kolesterol} = 200 \times \frac{\Delta \text{sampel}}{\Delta \text{standar}} \left[\frac{\text{mg}}{\text{dl}} \right]$$

Pengujian trigliserida darah. Pengukuran trigliserida dilakukan dengan *enzymatic colorimetric test* GPO-PAP. Sampel plasma sebanyak 10 μ l kedalam tabung reaksi dan ditambahkan 1 mL larutan reagen lalu kemudian divorteks. Sebagai blanko juga digunakan 1 mL larutan reagen. Larutan diinkubasi selama 20 menit (20 °C-25 °C) atau 10 menit (37 °C) (Rodriguez *et al.* 2000).

Pengujian HDL. Metode pengujian menggunakan HDL tes kit (Daiichi Pure Chemicals Co., Ltd). Sebanyak 3 μ l sampel plasma dimasukkan kedalam tabung dan ditambahkan 300 μ l larutan reagen lalu divorteks. Sebagian blanko digunakan 1 mL reagen. Larutan diinkubasi selama 5 menit (37 °C). Absorbansi larutan kemudian dibaca pada panjang gelombang 600 nm (Rodriguez *et al.* 2000).

Pengujian LDL. Kadar kolesterol LDL dapat dihitung menggunakan persamaan Friedwald (Matsubara et al. 2002):

$$\text{LDL (mg dl}^{-1}\text{)} = \text{kolesterol total} - \text{HDL} - \frac{\text{trigliserida}}{5}$$

Pengukuran Kadar Lemak Daging

Metode pengujian kadar lemak daging dilakukan dengan metode AOAC (2005). Sampel daging yang digunakan adalah bagian paha. Sampel kering ditimbang sebanyak 7-10 g. Sampel kemudian dimasukkan kedalam selongsong kertas dan disumbat dengan kapas bebas lemak. Sampel kemudian dimasukkan kedalam alat *soxhlet*. Sampel selanjutnya diekstrak dengan pelarut lemak hingga berwarna jernih. Setelah jernih heksana disuling dan ekstrak lemak dikeringkan dalam oven 105 °C. Sampel kemudian didinginkan dan ditimbang, kemudian dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Pengukuran kadar lemak} = \frac{\text{bobot labu sesudah ekstraksi (g)} - \text{bobot labu sebelum ekstraksi (g)}}{\text{bobot sampel (g)}} \times 100\%$$

Pengukuran Komposisi Asam Lemak Daging

Sampel ditimbang sebanyak 20 mg dalam tabung bertutup teflon, kemudian ditambahkan NaOH 0.5 N sebanyak 1 mL dalam metanol dan dipanaskan dalam *waterbath* selama 20 menit. Sampel kemudian didinginkan, dan ditambahkan NaCl sebanyak 2 mL serta hexan sebanyak 1 mL, dan dikocok hingga homogen. Lapisan hexan dipindahkan dengan bantuan pipet tetes kedalam tabung yang berisi 0.1 g NaSO₄ anhidrat dan dibiarkan 15 menit. Fase cair kemudian dipisahkan dengan fase organik, kemudian fase organik diinjeksi ke *gas chromatography* (GC). Komponen organik kemudian diidentifikasi dengan membandingkan waktu retensinya dengan standar pada kondisi analisis yang sama (AOAC 2005).

Pengukuran Kandungan Kolesterol Daging

Penentuan kadar kolesterol dilakukan menggunakan metode *Lieberman Burchard* (Kleiner dan Dotti 1961). Sampel sebanyak 1 g diekstraksi dengan pelarut organik lalu disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan 3000 rpm hingga diperoleh supernatan. Supernatan kemudian dipanaskan pada suhu 100 °C sampai larutan pengestraksi habis. Residu kemudian diekstraksi kedalam tabung dengan ditambahkan kloroform hingga mencapai 5 mL. Standar kolesterol sebanyak 5 mL dan kloroform 5 mL (untuk blanko) dimasukkan kedalam dua tabung. Standar kolesterol yang digunakan adalah 4 mL/5 mL. Sebanyak masing-masing dua mL asam asetat anhidrat dan 0.2 mL asam pekat ditambahkan kedalam tiga tabung tersebut kemudian didiamkan selama 10 menit. Selanjutnya dilakukan pembacaan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 420nm. Kadar kolesterol dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Pengukuran kadar kolesterol (mg\%)} = \frac{\text{absorban sampel}}{\text{absorban standar}} \times \frac{\text{konsentrasi standar}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

Pengukuran Kandungan Vitamin E Daging

Analisis kandungan vitamin E dilakukan menggunakan metode *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). Sampel sebanyak 0.5 g dimasukkan kedalam labu ukur 20 mL kemudian ditambahkan 40 mg enzim

makatase dan 2 mL amonia 0.02% dan dimasukkan kedalam ultrasonik suhu 65 °C selama 20 menit. Campuran kemudian didinginkan pada suhu ruang dan ditambahkan 10 mL etanol dan dimasukkan kembali kedalam ultrasonik selama 10 menit. Larutan kemudian ditambahkan lagi etanol hingga volumenya menjadi 20 mL, lalu dikocok. Larutan kemudian disentrifus dan ditambahkan 5 mL supernatan, lalu diinjeksi ke HPLC. Kondisi alat HPLC adalah kolom C-18, fase gerak metanol 98%, laju fase gerak 1.2 mL menit⁻¹, dan detektor UV dengan panjang gelombang 254 nm. Kandungan vitamin E kemudian dihitung dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Pengukuran kandungan vitamin E} = \frac{\text{Luas area sampel}}{\text{Luas area standar}} \times 225 \text{ ppm} \times \frac{10}{0.5}$$

Keterangan:

225 ppm : Konsentrasi standar

10 : Volume akhir (mL)

0.5 : Volume sampel yang diinjeksi (mL)

Pengukuran Kandungan Selenium Daging

Sampel daging ditimbang sebanyak 5 g dan dimasukan ke dalam erlenmeyer 125 mL, kemudian ditambahkan dengan 5 mL HNO₃ (Nitric Acid) dan diamkan selama 1 jam. Larutan tadi dipanaskan pada *hot plate* dengan temperatur rendah selama 4-6 jam atau sampai semua warna kuning menguap. Sampel tersebut di tutup kemudian didiamkan selama 1 malam. Setelah itu ditambahkan 0,4 mL H₂SO₄ (Sulfuric Acid) pekat, lalu dipanaskan diatas *hot plate* sampai larutan berkurang atau lebih pekat. Selanjutnya ditambahkan 2-3 tetes larutan campuran HClO₄ : HNO₃ (2:1). Pemanasan terus dilanjutkan sampai terjadi perubahan warna dari coklat menjadi kuning tua, kemudian menjadi kuning muda. Pemanasan kemudian dilanjutkan selama 10-15 menit setelah terjadi perubahan warna. Sampel kemudian dipindahkan, didinginkan dan ditambahkan 2 mL akuades dan 0,6 mL HCl. Sampel selanjutnya dipanaskan (±15 menit) kembali agar larut, kemudian dimasukan kedalam labu takar 100 mL. Apabila terdapat endapan, maka disaring terlebih dahulu dengan menggunakan glass wool. Hasil penggabungan basa kemudian dianalisis di AAS atau spektrofotometer sesuai dengan panjang gelombang untuk mineral Se.

Pengukuran Kandungan Malonaldehida (MDA) Daging, Hati dan Ginjal

Prinsip pengujian kandungan MDA adalah dengan mengukur absorbansi warna merah muda yang terbentuk akibat adanya reaksi antara MDA dengan TBA (thiobarbituric acid) membentuk kompleks MDA-TBA. Sampel sebanyak 1 g dihaluskan dan dihomogenisasi dengan menambahkan 4 mL larutan PBS (phospate buffer saline) 0.15 M. Homogenat kemudian disentrifugasi 3000 rpm selama 20 menit sampai supernatan jernih. Supernatan diambil sebanyak 1 mL dicampur dengan 4 mL HCl 0.25 N dingin yang berisi 15 % TCA, 0.38% TBA dan 0.5% BHT. Larutan kemudian divortex dan dipanaskan pada suhu 80 °C menggunakan *waterbath* selama 1 jam. Setelah didinginkan, larutan disentrifugasi 3000 rpm, dan kemudian absorbansi supernatan yang jernih diukur pada panjang gelombang 532 nm dan dibandingkan dengan kurva standar TEP untuk menghitung tingkat MDA sampel (Singh *et al.* 2002).

Pengukuran Aktivitas Enzim Katalase Daging, Hati dan Ginjal

Analisis aktivitas katalase menggunakan metode Iwai *et al.* (2002) yang dimodifikasi sesuai dengan ukuran kuvet spektrofotometer yang digunakan. Sebanyak 1.25 g sampel dicacah dalam kondisi dingin dalam 5 mL PBS yang mengandung 11.5 g KCL L⁻¹, kemudian homogenat disentrifugasi 10000 rpm selama 15 menit untuk mendapatkan supernatan. Sebanyak 0.125 mL supernatan sampel organ ditambahkan ke dalam 0.5 mL buffer kalium fosfat (pH 7.0) yang mengandung 10 mM H₂O₂ dalam kuvet kuarsa. Sampel kemudian dibaca menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 240 nm, dan setiap 15 detik selama 1 menit absorbansi sampel dicatat. Aktivitas katalase dihitung dengan menggunakan data kemiringan (slope) kurva absorbansi larutan sampel (SL) maupun blanko (SLb) dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Aktivitas katalase (U mL}^{-1}\text{)} = \frac{(SL - SLb)}{0.0436} \times \frac{0.5}{0.125}$$

Perlakuan Penelitian

Perlakuan penelitian terdiri atas enam formula berdasarkan dengan pemberian vitamin E dan Selenium dengan dosis yang berbeda. Perlakuan ransum yang diberikan adalah sebagai berikut:

- V1M1 = Bahan pakan mengandung minyak ikan lemuru 3.5% tanpa suplementasi vitamin E dan Se (kontrol)
- V1M2 = Pakan kontrol + vitamin E 0 ppm + selenium 0.3 ppm
- V1M3 = Pakan kontrol + vitamin E 0 ppm + selenium 0.6 ppm
- V2M1 = Pakan kontrol + vitamin E 200 ppm + selenium 0 ppm
- V2M2 = Pakan kontrol + vitamin E 200 ppm + selenium 0.3 ppm
- V2M3 = Pakan kontrol + vitamin E 200 ppm + selenium 0.6 ppm

Peubah yang Diamati

Peubah yang diamati dalam penelitian ini adalah performa ayam broiler, pengukuran hematologi dan metabolit darah ayam broiler, pengukuran lemak daging ayam broiler, pengukuran komposisi asam lemak daging ayam broiler, pengukuran kolesterol daging ayam broiler, pengukuran kandungan vitamin E daging ayam broiler, pengukuran kandungan selenium daging ayam broiler, pengukuran kandungan malonaldehida pada daging, hati serta ginjal ayam broiler, dan pengukuran aktivitas enzim katalase pada daging, hati dan ginjal broiler.

Rancangan Percobaan dan Analisis Data

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial (2 x 3) dengan 6 perlakuan dan 3 ulangan. Faktor yang pertama adalah vitamin E dengan 2 level (0 ppm dan 200 ppm) dan faktor kedua adalah selenium dengan 3 level (0 ppm, 0.3 ppm dan 0.6 ppm). Model matematik yang digunakan berdasarkan Steel dan Torrie 1993).

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = Nilai pengamatan pada faktor perlakuan vitamin E pada taraf ke-i, perlakuan selenium taraf ke-j dan ulangan ke-k

μ = Nilai rata-rata umum

α_i = Pengaruh perlakuan vitamin E taraf ke-i

β_j = Pengaruh perlakuan selenium taraf ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi perlakuan vitamin E taraf ke-i dan selenium taraf ke-j

ε_{ij} = Perlakuan ke-i dan ulangan ke-j

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA). Apabila perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji Tukey. Peubah asam lemak, lemak, kolesterol, vitamin E dan Se daging dianalisis secara deskriptif.

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Suhu dan Kelembaban Kandang Selama Penelitian

Pada pagi hari suhu rendah dan kelembaban tinggi kemudian suhu tinggi dan kelembaban rendah pada siang hari. Rataan suhu dan kelembaban kandang selama pemeliharaan adalah berkisar antara 26.54 °C hingga 31.64 °C dan dengan rata-rata kelembaban berkisar antara 56.18% hingga 75.36%. Ayam broiler dapat tumbuh secara optimal pada suhu lingkungan 18°C-24°C (Kartasudjana dan Suptijatna 2010) dan kelembaban 50%-75% (Scanes 2004). Variasi suhu dan kelembaban selama pemeliharaan disebabkan adanya keadaan lingkungan yang tidak menentu. Pemeliharaan dilakukan pada kondisi lingkungan musim peralihan antara penghujan dan kemarau. Kondisi suhu dan kelembaban kandang selama penelitian ayam broiler disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Rataan suhu dan kelembaban kandang ayam broiler selama penelitian

Minggu	Suhu (°C)			Kelembaban (%)		
	Pagi	Siang	Malam	Pagi	Siang	Malam
1	31.8	34.8	30.0	55.1	46.6	60.8
2	29.5	32.1	28.0	65.7	57.6	69.3
3	27.4	31.4	25.3	70.2	55.7	79.1
4	26.4	29.4	25.3	76.0	61.7	82.6
5	26.0	30.5	24.1	74.6	59.3	85.0
Rataan	28.22	31.64	26.54	68.32	56.18	75.36

Pengaruh Perlakuan terhadap Performa Ayam Broiler

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada interaksi antara perlakuan pemberian vitamin E dan Se terhadap performa ayam broiler. Suplementasi vitamin E 200 ppm pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru nyata ($p < 0.05$) menurunkan BB, PPB dan FCR serta sangat nyata ($p < 0.01$) menurunkan konsumsi pakan dibandingkan kontrol. Suplementasi Se hingga dosis 0.6 ppm pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru nyata ($p < 0.05$) menurunkan BB dan konsumsi serta sangat nyata ($p < 0.01$) menurunkan PBB dibandingkan kontrol. Mortalitas ayam broiler tidak dipengaruhi oleh perlakuan pemberian vitamin E dan selenium yang diberikan. Hasil pengamatan performa ayam broiler selama penelitian disajikan pada Tabel 3.

Rendahnya PBB dan BB ayam broiler pada perlakuan yang disuplementasi vitamin E dan Se sejalan dengan rendahnya konsumsi. Konsumsi yang rendah akan berpengaruh terhadap rendahnya PBB dan BB. Sesuai dengan pernyataan Anggorodi (1985) yang menyatakan bahwa pertambahan bobot badan dipengaruhi oleh konsumsi ransum. Menurut Blakely dan Blade (1998) tingkat konsumsi ransum akan mempengaruhi laju pertumbuhan dan bobot akhir karena pembentukan bobot, bentuk dan komposisi tubuh pada hakekatnya adalah akumulasi pakan yang dikonsumsi kedalam tubuh ternak.

Tabel 3 Pengaruh perlakuan terhadap performa ayam broiler

Paubah	Perlakuan				
	Vitamin E	Selenium			Rataan
		M1	M2	M3	
Konsumsi (g ekor ⁻¹)	V1	2183.34 ± 187.52	1967.44 ± 78.82	2147.35 ± 152.88	2099.38 ± 161.93 B
	V2	2022.50 ± 169.36	1760.98 ± 101.62	1723.92 ± 116.45	1835.80 ± 181.68 A
	Rataan	2102.92 ± 182.48 b	1864.21 ± 139.30 a	1935.63 ± 261.84 ab	
PBB (g ekor ⁻¹)	V1	1159.46 ± 93.66	1052.59 ± 68.81	1083.52 ± 23.61	1098.52 ± 76.05 b
	V2	1186.42 ± 52.44	968.07 ± 36.23	930.38 ± 41.36	1028.29 ± 125.60 a
	Rataan	1172.94 ± 69.47 B	1010.33 ± 67.54 A	1006.95 ± 89.13 A	
BB (g ekor ⁻¹)	V1	1204.29 ± 94.19	1098.29 ± 69.19	1128.66 ± 24.24	1143.74 ± 76.14 b
	V2	1231.75 ± 51.78	1014.23 ± 35.90	975.68 ± 41.61	1073.89 ± 125.39 a
	Rataan	1218.02 ± 69.62 b	1056.26 ± 67.45 a	1052.17 ± 89.15 a	
FCR	V1	1.88 ± 0.02	1.87 ± 0.09	1.98 ± 0.16	1.91 ± 0.11 b
	V2	1.70 ± 0.12	1.82 ± 0.12	1.85 ± 0.04	1.79 ± 0.11 a
	Rataan	1.79 ± 0.13	1.85 ± 0.10	1.92 ± 0.13	
Mortalitas (%)	V1	0.33 ± 0.58	1.33 ± 0.58	1.00 ± 1.73	0.89 ± 1.05
	V2	0.67 ± 0.58	0.67 ± 0.58	0.33 ± 0.58	0.56 ± 0.53
	Rataan	0.50 ± 0.55	1.00 ± 0.63	0.67 ± 1.21	

Huruf kapital dalam baris atau kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($p < 0.01$). Huruf kecil dalam baris atau kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$). BB: Bobot Badan; PBB: Pertambahan Bobot Badan; FCR: Feed Conversion Ratio. V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Swain *et al.* (2000) yang menyatakan bahwa ayam broiler yang diberi vitamin E (150 IU kg⁻¹ dan 300 IU kg⁻¹) secara signifikan lebih sedikit mengonsumsi pakan dibandingkan dengan kontrol. Hasil yang sama dilaporkan Habibian *et al.* (2015) yang menyatakan bahwa ayam broiler yang diberikan 125 mg kg⁻¹ vitamin E atau kombinasi 250 mg kg⁻¹ vitamin E dan Se 0.5 mg kg⁻¹ menunjukkan konsumsi pakan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya pada usia 42 hingga 49 hari. Selanjutnya Habbian *et al.* (2015) juga menyatakan bahwa suplementasi vitamin E 125 mg kg⁻¹ dan Se 0.5 mg kg⁻¹ pada ayam broiler yang berumur 21-42 hari menunjukkan pertambahan bobot badan yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Banyaknya pakan yang dikonsumsi dipengaruhi oleh pencernaan zat-zat makanan di dalamnya. Asam lemak tak jenuh dapat meningkatkan 5% ketersediaan energi (Leeson dan Summer 2008). Konsumsi ayam broiler pada perlakuan yang disuplementasi vitamin E dan Se lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Hal ini diduga karena vitamin E dan Se berfungsi sebagai antioksidan yang dapat mencegah terjadinya oksidasi lipid, sehingga asam lemak tidak jenuh dari minyak ikan dapat digunakan secara efektif, akibatnya ayam akan menghentikan konsumsinya ketika kebutuhan nutriennya sudah tercukupi. Vitamin E termasuk antioksidan yang memutus rantai peroksidasi lipid (Noguchi dan Niki 1999) dan Se melindungi membran sel dari kerusakan akibat peroksida lipid (Sahin *et al.* 2007).

Konversi pakan ayam broiler yang disuplementasi vitamin E 200 ppm pada ransum yang mengandung minyak ikan lemuru nyata ($p < 0.05$) lebih rendah dibandingkan dengan kontrol. Hal ini sejalan dengan penelitian Swain *et al.* (2000) yang melaporkan bahwa anak ayam yang diberikan vitamin E (150 dan 300 IU kg⁻¹) meningkatkan efisiensi pakan secara signifikan, namun suplementasi Se tidak mempengaruhi efisiensi pakan. Hasil serupa dilaporkan oleh Villar *et al.* (2002) yang menyatakan bahwa suplementasi vitamin E dalam pakan menghasilkan performa yang lebih baik dan FCR yang lebih rendah.

Rataan FCR yang disuplementasi vitamin E 200 ppm pada penelitian ini adalah 1.79. Nilai FCR penelitian ini memiliki nilai yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian penelitian Zain (2012) yang memperoleh FCR 2.65 pada ayam broiler yang diberikan 18 g kg⁻¹ ekstrak daun katuk + 3% minyak ikan lemuru + 60 mg vitamin E. Villar *et al.* (2002) melaporkan FCR ayam broiler yang disuplementasi vitamin E selama 7 minggu adalah sebesar 1.86. Nilai FCR yang sama dilaporkan Selvam *et al.* (2017) yang memberikan pakan mengandung vitamin E selama 6 minggu memperoleh nilai FCR sebesar 1.78. Penelitian Sahin *et al.* (2002) menghasilkan FCR 1.69 pada ayam broiler yang diberi pakan mengandung vitamin E 250 mg kg⁻¹ yang dipelihara selama 6 minggu.

Vitamin E dapat mengurangi efek merugikan akibat stres panas (Surai 2003) dan sebagai hasilnya performa ayam broiler meningkat yang salah satunya ditandai dengan rendahnya nilai FCR. Hal ini menandakan bahwa dengan penambahan vitamin E 200 ppm dapat meningkatkan efisiensi pakan pada ayam broiler. Wahju (2004) menyatakan bahwa konversi pakan merupakan jumlah pakan yang dibutuhkan untuk menghasilkan satuan unit pertambahan bobot badan. Semakin rendah nilai konversi ransum maka semakin efisien penggunaan ransum

tersebut, karena semakin sedikit jumlah ransum yang dibutuhkan untuk menghasilkan bobot badan.

Mortalitas pada penelitian ini memberikan pengaruh yang tidak nyata terhadap mortalitas ayam broiler. Hasil ini sejalan dengan penelitian Habibian *et al.* (2015) dan Raza *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa tidak adanya pengaruh pemberian vitamin E dan Se dalam ransum broiler terhadap mortalitas. Mortalitas ayam broiler pada penelitian ini masih berada dalam kisaran normal. Menurut Bell dan Weaver (2002) bahwa persentase kematian selama periode pemeliharaan tidak boleh lebih dari 4%. Mortalitas yang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata diduga karena pemberian vitamin E dan Se tidak menyebabkan toksisitas pada ayam broiler sehingga tidak menimbulkan mortalitas yang tinggi.

Pengaruh Perlakuan terhadap Metabolit Darah Ayam Broiler

Metabolit darah dapat menggambarkan nutrisi yang diserap dan didistribusikan ke seluruh tubuh melalui jaringan pembuluh darah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi vitamin E dan Se tidak menunjukkan interaksi yang nyata terhadap metabolit darah ayam broiler. Pengaruh penambahan vitamin E dan Se pada pakan yang mengandung minyak ikan Lemuru terhadap metabolit darah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4 Pengaruh perlakuan terhadap metabolit darah ayam broiler

Peubah	Perlakuan					Normal
	Vitamin E	Selenium			Rataan	
		M1	M2	M3		
Kolesterol (mg dL ⁻¹)	V1	90.72 ± 17.47	79.96 ± 19.51	91.98 ± 13.43	87.55 ± 15.79	52-148 ¹
	V2	72.78 ± 14.88	114.35 ± 23.69	87.97 ± 12.71	91.70 ± 23.83	
	Rataan	81.75 ± 17.53	97.15 ± 27.05	89.98 ± 11.90		
Trigliserida (mg dL ⁻¹)	V1	133.40 ± 21.70	103.64 ± 35.52	121.46 ± 20.37	119.5 ± 26.55	19.09-150 ²
	V2	112.82 ± 25.38	108.47 ± 34.42	108.49 ± 26.62	107.26 ± 25.76	
	Rataan	123.11 ± 23.94	106.06 ± 31.39	110.97 ± 24.11		
HDL (mg dL ⁻¹)	V1	42.87 ± 7.45	42.78 ± 6.15	42.36 ± 5.15	42.67 ± 5.74	>22 ³
	V2	38.57 ± 7.38	52.92 ± 4.99	53.94 ± 8.27	48.48 ± 9.61	
	Rataan	40.72 ± 7.04	47.85 ± 7.48	48.15 ± 8.84		
LDL (mg dL ⁻¹)	V1	29.58 ± 6.22	34.09 ± 12.12	25.34 ± 7.31	29.67 ± 8.61	<130 ³
	V2	34.94 ± 4.35	33.65 ± 12.26	32.41 ± 4.39	33.67 ± 6.95	
	Rataan	32.26 ± 5.63	33.87 ± 10.91	28.87 ± 6.64		

V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm. ¹Sulmiyati dan Malaka (2017), ²Meluzzi *et al.* (1991), ³Basmacioglu dan Ergul (2005).

Suplementasi vitamin E dan Se dalam ransum ayam broiler yang mengandung 3.5% minyak lemuru tidak berpengaruh nyata terhadap kolesterol, trigliserida, HDL dan LDL darah ayam broiler. Hal ini diduga karena vitamin E

dan Se belum mampu memberikan efek untuk menurunkan metabolit darah ayam broiler. Hasil ini sesuai dengan penelitian Zuprizal *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa penggunaan vitamin E pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru dan minyak kelapa sawit tidak berpengaruh nyata terhadap kolesterol, trigliserida, HDL dan LDL serum darah broiler. Tidak berbeda nyatanya metabolit darah disebabkan pemberian perlakuan tidak mengganggu proses metabolisme pada ayam broiler.

Rataan kolesterol pada penelitian ini berkisar 72.78 mg dL^{-1} – $114.35 \text{ mg dL}^{-1}$, rataannya berada dalam kisaran normal. Kandungan kolesterol penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Zain (2012) yang memperoleh kolesterol $101.46 \text{ mg dL}^{-1}$ pada ayam broiler yang diberikan 18 g kg^{-1} ekstrak daun katuk + 3% minyak ikan lemuru + 60 mg vitamin E. Menurut Sihalohe *et al.* (2013) perubahan kolesterol dalam darah dipengaruhi oleh biosintesis kolesterol dan sintesis asam empedu. Perubahan kolesterol juga dipengaruhi oleh variasi kolesterol dalam jaringan tubuh, selain kandungan karbohidrat dan lemak dalam ransum juga sangat dipengaruhi pembentukan kolesterol dalam darah. Sebagian kolesterol dalam darah menuju hati untuk dibentuk menjadi asam empedu yang selanjutnya diekskresikan melalui feses, sedangkan sisanya diubah kembali dalam hati (Guyton dan Hall 1997).

Penambahan vitamin E dan Se pada pakan ayam broiler yang mengandung minyak ikan Lemuru maupun interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap trigliserida. Kadar trigliserida darah ayam broiler pada penelitian ini adalah $103.64 \text{ mg dL}^{-1}$ - $133.40 \text{ mg dL}^{-1}$. Kadar ini masih berada pada kadar normal. Trigliserida darah ayam broiler cenderung menurun dengan bertambahnya dosis vitamin E dan Se yang diberikan.

Penambahan vitamin E dan Se ke dalam pakan ayam broiler yang mengandung minyak ikan lemuru belum mampu mempengaruhi penurunan kadar LDL maupun peningkatan HDL serum darah ayam broiler. Rataan LDL pada penelitian ini berkisar 25.34 mg dL^{-1} – 34.94 mg dL^{-1} . Rataan ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Zain (2012) yang memperoleh LDL 95.91 mg dL^{-1} pada ayam broiler yang diberikan 18 g kg^{-1} ekstrak daun katuk + 3% minyak ikan lemuru + 60 mg vitamin E. LDL berfungsi mengangkut kolesterol dari hati ke jaringan perifer dan jika kadarnya berlebih menyebabkan kolesterol menumpuk dalam jaringan (Price dan Wilson 2003).

Rataan HDL pada penelitian ini berkisar 38.57 mg dL^{-1} – 53.94 mg dL^{-1} . Rataan ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Zain (2012) yang memperoleh HDL 39.61 mg dL^{-1} pada ayam broiler yang diberikan 18 g kg^{-1} ekstrak daun katuk + 3% minyak ikan lemuru + 60 mg vitamin E. Rataan HDL yang disuplementasi vitamin E atau Se tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, namun cenderung meningkat seiring dengan peningkatan dosis vitamin E atau Se. Peningkatan HDL disebabkan adanya pemberian minyak ikan lemuru dalam ransum. Minyak ikan lemuru mengandung asam lemak ω -3 yang dapat menurunkan trigliserida dan meningkatkan HDL dalam plasma darah (Zain 2012). HDL merupakan lipoprotein yang mengangkut lipid dari perifer menuju ke hepar (Murray *et al.* 2012). HDL berfungsi untuk transpor kolesterol dari sel atau jaringan untuk dibawa ke hati kemudian diekskresikan dalam feses. Hal ini dapat mencegah pembentukan plak pada dinding pembuluh darah (Price dan Wilson 2003). Menurut Hartini dan Okid (2009) kadar HDL yang tinggi mencegah

terjadinya resiko aterosklerosis dengan cara mengangkut kolesterol dari jaringan perifer menuju hepar dan mengurangi kolesterol yang berlebihan.

Pengaruh Perlakuan terhadap Profil Darah Ayam Broiler

Interaksi perlakuan kombinasi vitamin E dan Se tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap profil darah ayam broiler. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian vitamin E 200 ppm pada ransum ayam broiler yang mengandung minyak ikan lemuru secara nyata ($p < 0.05$) meningkatkan jumlah hemoglobin (Hb) darah. Pemberian vitamin E atau Se pada ransum ayam broiler yang mengandung minyak ikan lemuru tidak mempengaruhi nilai PCV, eritrosit dan leukosit. Pengaruh penambahan vitamin E dan Se pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap profil darah disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Pengaruh perlakuan terhadap profil darah ayam broiler

Peubah		Perlakuan				
		Vitamin E	Selenium			Rataan
			M1	M2	M3	
Packed Cell Volume (%)	V1	26.00 ± 1.00	27.00 ± 1.00	26.00 ± 1.00	26.33 ± 1.00	
	V2	27.00 ± 2.00	27.00 ± 1.00	28.67 ± 3.21	27.56 ± 1.00	26.2-29.2 ¹
	Rataan	26.50 ± 1.52	27.00 ± 0.89	27.33 ± 2.58		
Haemoglobin (g%)	V1	8.87 ± 0.99	9.40 ± 0.60	8.07 ± 0.31	8.78 ± 0.83 a	
	V2	9.90 ± 1.70	9.53 ± 0.64	10.20 ± 1.44	9.88 ± 1.20 b	7-13 ²
	Rataan	9.38 ± 1.37	9.47 ± 0.56	9.13 ± 1.49		
Eritrosit (10 ⁶ butir mm ⁻³)	V1	2.50 ± 0.49	2.65 ± 0.19	2.50 ± 0.43	2.55 ± 0.35	
	V2	2.21 ± 0.52	2.23 ± 0.06	2.42 ± 0.63	2.29 ± 0.42	1.25-4.50 ³
	Rataan	2.36 ± 0.48	2.44 ± 0.26	2.46 ± 0.48		
Leukosit (10 ³ butir mm ⁻³)	V1	20.48 ± 0.38	20.03 ± 0.18	18.70 ± 1.00	19.73 ± 0.97	
	V2	20.08 ± 1.10	18.98 ± 2.54	20.92 ± 2.05	19.99 ± 1.92	18-21 ³
	Rataan	20.28 ± 0.77	19.50 ± 1.71	19.81 ± 1.89		

Huruf dalam baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$). V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm. ¹Samour (2008), ²Jain (1993), ³Kusumawati (2000).

Nilai Hb yang diperoleh dari hasil penelitian ini masih berada dalam kisaran normal. Nilai Hb pada ayam yang disuplementasi 200 ppm vitamin E nyata ($p < 0.05$) lebih tinggi dibandingkan dengan ayam tanpa suplementasi vitamin E. Hal ini disebabkan vitamin E merupakan antioksidan yang dapat meredam stres oksidatif. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Tayeb dan Qader (2012) yang melaporkan bahwa Hb ayam broiler yang diberikan vitamin E lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini karena vitamin E dalam tubuh ternak berperan sebagai antioksidan pada saat terjadi stres oksidatif yang mencegah hemoglobin (Hb) menjadi met-Hemoglobin (met-Hb). Perubahan Hb

menjadi met-Hb dapat menyebabkan denaturasi eritrosit sehingga menyebabkan penurunan kadar Hb (Smith dan Mangkoewidjojo 1988). Nilai Hb yang rendah pada perlakuan tanpa suplementasi vitamin E diduga mengalami stres oksidatif, yang ditandai dengan menurunnya jumlah Hb. Stress oksidatif akan berdampak pada penurunan kadar Hb dan menjadi salah satu penyakit anemia (Senturk *et al.* 2001).

Pada pengukuran PCV menunjukkan bahwa nilai PCV ayam broiler berada dalam kisaran normal. Nilai PCV yang normal menunjukkan bahwa suplementasi vitamin E hingga dosis 200 ppm dan Se hingga dosis 0.6 ppm tidak memiliki efek toksik dan dapat mempertahankan jumlah normal PCV. Astuti (2016) menyatakan bahwa nilai hematokrit dapat menunjukkan kehadiran faktor toksik yang memberikan efek buruk pada pembentukan sel darah merah atau penurunan konsentrasi sel darah merah yang tidak sebanding dengan komponen cairan darah.

Jumlah eritrosit (sel darah merah) ayam broiler pada penelitian ini masih berada pada kisaran jumlah eritrosit normal. Normalnya jumlah sel darah merah menandakan bahwa proses metabolisme yang terjadi didalam tubuh berlangsung normal, sehingga nutrisi yang dibutuhkan dalam pembentukan sel darah merah sudah mencukupi kebutuhan ayam (Pangesti 2013). Jumlah eritrosit menunjukkan kemampuan ayam menggunakan oksigen untuk melakukan metabolisme nutrien, karena tinggi rendahnya eritrosit menunjukkan kemampuan darah dalam mengangkut oksigen (Isroli *et al.* 2009). Suplementasi 200 ppm vitamin E dan Se hingga dosis 0.6 ppm pada penelitian ini tidak mengganggu jumlah eritrosit ayam broiler.

Jumlah leukosit (sel darah putih) ayam broiler pada penelitian ini masih berada dalam kisaran jumlah leukosit normal. Leukosit merupakan unit aktif dalam sistem pertahanan tubuh (Guyton dan Hall 2006). Suplementasi vitamin E dan Se dalam penelitian ini tidak menjadi rangsangan bagi ayam untuk meningkatkan maupun menurunkan jumlah leukosit. Hal ini menjadi indikator bahwa ayam tersebut dalam keadaan sehat.

Jumlah PCV, eritrosit dan leukosit pada penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada perlakuan vitamin E atau Se, namun masih berada dalam kisaran normal. Hal ini mengindikasikan bahwa suplementasi vitamin E sampai dengan dosis 200 ppm dan Se sampai dengan dosis 0.6 ppm masih tergolong aman digunakan dalam ransum ayam broiler. Menurut Londok *et al.* (2018) nilai eritrosit, hemoglobin dan hematokrit yang normal menandakan ayam tidak mengalami gangguan fisiologis atau infeksi akut. Penggunaan vitamin E dan Se pada penelitian ini diketahui tidak mengganggu jumlah PCV, hemoglobin, eritrosit, dan leukosit serta tidak mengganggu kesehatan ayam broiler.

Pengaruh Perlakuan terhadap Diferensiasi Leukosit

Hasil penelitian ini tidak menunjukkan adanya interaksi antara suplementasi vitamin E dan Se dalam pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap diferensiasi leukosit ayam broiler. Suplementasi Se 0.6 ppm pada ransum ayam broiler yang mengandung minyak ikan lemuru diketahui secara signifikan ($p < 0.05$) menurunkan jumlah limfosit. Rasio heterofil dan limfosit (h/l)

pada suplementasi vitamin E 200 ppm lebih rendah dibandingkan kontrol. Suplementasi vitamin E atau Se pada ransum ayam broiler yang mengandung minyak ikan lemuru tidak mempengaruhi nilai monosit, neutrofil, eosinofil, dan basophil. Pengaruh Suplementasi vitamin E dan Se pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap diferensiasi leukosit disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6 Pengaruh perlakuan terhadap diferensiasi leukosit ayam broiler

Peubah	Perlakuan					Normal
	Vitamin E	Selenium			Rataan	
		M1	M2	M3		
Limfosit (%)	V1	53.00 ± 1.00	52.00 ± 1.00	50.00 ± 1.00	51.67 ± 1.58	24-84 ¹
	V2	52.67 ± 1.53	55.00 ± 1.73	50.67 ± 1.53	52.77 ± 2.33	
	Rataan	52.83 ± 1.17 b	53.50 ± 2.07 b	50.33 ± 1.21 a		
Monosit (%)	V1	1.00 ± 0.00	1.33 ± 0.58	1.00 ± 0.00	1.11 ± 0.33	0-30 ¹
	V2	1.33 ± 0.58	1.00 ± 0.00	1.67 ± 0.58	1.33 ± 0.50	
	Rataan	1.17 ± 0.41	1.17 ± 0.41	1.33 ± 0.52		
Neutrofil (%)	V1	41.67 ± 1.53	39.67 ± 1.53	42.67 ± 2.31	41.33 ± 2.06	9-56 ¹
	V2	40.67 ± 0.58	37.67 ± 2.08	40.00 ± 3.00	39.44 ± 2.30	
	Rataan	41.17 ± 1.17	38.67 ± 1.97	41.33 ± 2.80		
Eosinofil (%)	V1	3.67 ± 0.58	5.00 ± 0.00	4.00 ± 1.00	4.22 ± 0.83	0-7 ¹
	V2	3.67 ± 1.15	4.33 ± 0.58	4.67 ± 0.58	4.22 ± 0.83	
	Rataan	3.67 ± 0.82	4.67 ± 0.52	4.33 ± 0.82		
Basofil (%)	V1	1.67 ± 0.58	1.67 ± 0.58	2.00 ± 1.00	1.78 ± 0.67	1.38-2.47 ²
	V2	2.00 ± 1.00	2.00 ± 0.00	2.00 ± 1.00	2.00 ± 0.71	
	Rataan	1.83 ± 0.75	1.83 ± 0.41	2.00 ± 0.89		
H/L	V1	0.79 ± 0.04	0.76 ± 0.04	0.85 ± 0.05	0.80 ± 0.05 b	0.50 ³
	V2	0.77 ± 0.01	0.69 ± 0.06	0.79 ± 0.08	0.75 ± 0.07 a	
	Rataan	0.78 ± 0.03 ab	0.72 ± 0.06 a	0.82 ± 0.07 b		

Huruf dalam baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($p < 0.05$). V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm. ¹Smith dan Mangkoewidjojo (1988), ²Talebi *et al.* (2005), ³Emadi dan Kermanshahi (2007).

Leukosit dalam darah memiliki lima tipe, yaitu: limfosit, monosit, neutrofil, eosinofil dan basofil (Londok *et al.* 2018). Nilai limfosit pada penelitian ini berada pada kisaran normal. Jumlah limfosit darah ayam yang disuplementasi Se dengan dosis 0.6 ppm lebih rendah secara nyata ($p < 0.05$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Yosi dan sandi (2014) menyatakan bahwa tingginya jumlah sel limfosit dalam tubuh ayam broiler menandakan bahwa ternak tersebut sedang terkena infeksi. Hal ini dikarenakan fungsi utama limfosit adalah meningkatkan sistem imun dan melawan bibit penyakit yang masuk kedalam tubuh. Limfosit merupakan unsur penting dalam sistem kekebalan tubuh, yang berfungsi merespon antigen dengan membentuk antibodi (Yalcinkaya *et al.* 2008). Fungsi utama limfosit adalah merespon adanya antigen (benda asing) dengan membentuk

antibodi yang bersirkulasi dalam darah atau dalam pengembangan imunitas (Tizard 1982).

Presentase monosit darah ayam broiler yang disuplementasi vitamin E dan Se tidak memberikan pengaruh yang nyata. Kadar monosit pada penelitian ini masih dalam jumlah normal. Presentase monosit di dalam darah menunjukkan kemampuan ternak dalam membentuk pertahanan kedua terhadap infeksi, yaitu melalui pembentukan makrofag di dalam jaringan (Ganong 1996). Presentase monosit yang normal dalam tubuh menunjukkan bahwa tubuh ayam terlindungi dari antigen yang akan memicu terbentuknya sistem pertahanan spesifik.

Rataan neutrofil pada penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada perlakuan yang disuplementasi vitamin E dan Se. Jumlah neutrofil ayam broiler pada penelitian ini masih berada dalam kisaran normal. Neutrofil berfungsi sebagai pertahanan awal terhadap penyakit yang dapat mengakibatkan infeksi atau peradangan (Purnomo *et al.* 2015).

Suplementasi vitamin E dan Se tidak mempengaruhi secara nyata eusinofil darah ayam. Jumlah eusinofil pada penelitian ini masih berada pada kisaran normal. Normalnya jumlah eusinofil menandakan ayam broiler tidak mengalami kelainan penyakit yang berhubungan dengan antibodi (Akhlaqlhusna 2016). Fungsi utama eusinofil adalah detoksifikasi, baik terhadap protein asing yang masuk kedalam tubuh melalui paru-paru ataupun saluran cerna, maupun racun yang dihasilkan oleh bakteri dan parasit (Frandsen *et al.* 2009).

Suplementasi vitamin E dan Se tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar basofil, namun masih tergolong pada jumlah yang normal. Maxwell *et al.* (1992) menyatakan bahwa basofil yang rendah pada darah ayam mengindikasikan bahwa ayam berada dalam kondisi sehat.

Rasio heterofil/limfosit (H/L) pada perlakuan yang disuplementasi vitamin E 200 ppm atau suplementasi Se 0.3 ppm secara nyata ($p < 0.05$) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini karena vitamin E dan Se merupakan antioksidan yang dapat menghilangkan peroksida sehingga mencegah terbentuknya ion radikal bebas (Sihaholo *et al.* 2013). Menurut Kusnadi (2009) rasio H/L merupakan indikator stres yang utama pada unggas, makin tinggi angka rasio H/L maka makin tinggi pula tingkat stres pada ternak tersebut.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, nilai diferensiasi leukosit darah ayam broiler masih tergolong normal. Hal ini mengindikasikan bahwa suplementasi vitamin E sampai dengan dosis 200 ppm atau Se sampai dengan dosis 0.6 ppm dan kombinasi keduanya masih tergolong aman digunakan dalam ransum ayam broiler tanpa mengganggu limfosit, monosit, neutrofil, eusinofil dan basofil. Dosis pada penelitian ini tidak mengganggu kesehatan ayam broiler.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Asam Lemak ω -3 Daging Ayam Broiler

Hasil penelitian secara deskriptif menunjukkan bahwa kandungan asam lemak ω -3 meningkat seiring ditambahkannya dosis vitamin E dan Se. Daging ayam broiler yang diberi pakan dengan kombinasi vitamin E 200 ppm dan Se 0.6 ppm menghasilkan asam lemak tak jenuh ω -3 lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pengaruh Suplementasi vitamin E dan Se pada pakan yang

mengandung minyak ikan lemuru terhadap kandungan asam lemak daging broiler disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7 Pengaruh perlakuan terhadap kandungan asam lemak ω -3 daging ayam broiler

Peubah	Perlakuan				
	Vitamin E	Selenium			Rataan
		M1	M2	M3	
Linolenic Acid (C18:3n3) (g 100g ⁻¹)	V1	0.55	0.29	0.63	0.49
	V2	0.63	0.66	0.68	0.66
	Rataan	0.59	0.47	0.65	
Eicosapentaenoic Acid (EPA) (C20:5n3) (g 100g ⁻¹)	V1	0.33	0.36	0.31	0.33
	V2	0.37	0.41	0.44	0.41
	Rataan	0.35	0.38	0.37	
Docosaheptaenoic Acid (C22:6n3) (g 100g ⁻¹)	V1	0.36	0.36	0.37	0.36
	V2	0.45	0.44	0.55	0.48
	Rataan	0.40	0.40	0.46	
Total ω -3 (g 100g ⁻¹)	V1	1.24	1.01	1.31	1.19
	V2	1.45	1.51	1.67	1.54
	Rataan	1.34	1.26	1.49	

V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm.

Tingginya kandungan ω -3 pada perlakuan yang disuplementasi vitamin E 200 ppm yang dikombinasikan dengan Se 0.6 ppm karena pakan mengandung minyak ikan lemuru dan suplementasi antioksidan yang diberikan. Vitamin E dan Se merupakan antioksidan yang dapat melindungi asam lemak tak jenuh dari radikal bebas, sehingga asam lemak tidak jenuh tidak mengalami kerusakan. Peningkatan kandungan asam lemak ω -3 ini mengindikasikan bahwa asam lemak ω -3 terdeposit ke dalam daging. Hewan monogastrik terutama unggas mampu menyerap asam lemak dengan mendepositkan ke jaringan tubuhnya tanpa adanya perubahan yang signifikan (Coetzee dan Hoffman 2002). Hal ini dianggap potensial untuk manipulasi profil asam lemak pada jaringan tubuh unggas melalui pakannya.

Zain (2012) menyatakan bahwa minyak ikan lemuru berpotensi sebagai sumber PUFA seperti asam lemak ω -3 dan mengandung asam linoleat yang dibutuhkan ayam untuk mengoptimalkan daya tahan tubuhnya. Fenita (2002) menyatakan bahwa pemberian minyak ikan lemuru mampu meningkatkan kadar PUFA dalam daging broiler. Penggunaan minyak ikan sebagai sumber asam lemak ω -3 mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan jenis bahan yang lain. ω -3 berasal dari ikan merupakan sumber alami EPA dan DHA. Penambahan minyak ikan ke dalam ransum ayam kampung dapat meningkatkan kandungan asam lemak EPA dan DHA (Rusmana 2000).

Suplementasi vitamin E sebanyak 60 mg kg⁻¹ ransum sangat efektif mencegah oksidasi PUFA (Chen *et al.* 1998). Dominguez *et al.* (2012) menyatakan bahwa penggunaan minyak ikan lemuru 2.5% yang dikombinasikan dengan 100 ppm vitamin E dalam ransum mampu meningkatkan kandungan asam lemak ω -3 pada kuning telur ayam sebesar empat kali lipat dibandingkan kontrol. Surai (2000) menyatakan bahwa suplementasi vitamin E secara nyata lebih tinggi mengandung ω -3 dalam jaringan ayam. Komposisi PUFA daging dapat ditingkatkan dengan adanya vitamin E yang bertindak sebagai antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi PUFA jaringan dengan memutuskan berbagai reaksi rantai radikal bebas asam lemak tak jenuh ganda yang telah mengalami peroksidasi (Murray *et al.* 1996). α -tokoferol dapat menghambat peroksidasi asam lemak tak jenuh ganda (Bjorneboe *et al.* 1990).

Konsumsi Se yang tinggi (0.84 mg kg⁻¹) dapat meningkatkan konsentrasi asam lemak ω -3 dalam daging ayam broiler (Haug *et al.* 2007). Konieczka *et al.* (2015) juga melaporkan bahwa ω -3 dada ayam broiler meningkat pada pakan yang ditambahkan Se. PUFA lebih tinggi ketika vitamin E dan Se ditambahkan kedalam pakan ayam broiler (Taulescu *et al.* 2011). Kandungan ω -3 pada dada ayam broiler lebih tinggi ketika disuplementasi vitamin E dan Se. Kombinasi vitamin E dan Se yang bekerja secara sinergis mampu melindungi asam lemak ω -3. Komposisi PUFA daging dapat ditingkatkan dengan adanya vitamin E yang bertindak sebagai antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi PUFA jaringan dengan memutuskan berbagai reaksi rantai radikal bebas asam lemak tak jenuh ganda yang telah mengalami peroksidasi (Murray *et al.* 1996).

Pengaruh Perlakuan terhadap Kolesterol dan Lemak Daging Ayam Broiler

Hasil penelitian secara deskriptif menunjukkan bahwa kandungan kolesterol daging ayam broiler menurun seiring ditamhakkannya antioksidan, namun masih lebih tinggi dibandingkan kontrol. Kandungan lemak daging broiler pada penelitian ini mengalami fluktuasi seiring dengan suplementasi antioksidan.

Kandungan kolesterol daging ayam broiler yang disuplementasi vitamin E dan Se lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini karena vitamin E dan Se berfungsi sebagai antioksidan yang melindungi kolesterol dari oksidasi. Nasir *et al.* (2013) melaporkan bahwa vitamin E dapat mencegah terjadinya oksidasi kolesterol daging sehingga suplementasi vitamin E kemungkinan dapat meningkatkan kadar kolesterol daging. Hal ini sejalan dengan pernyataan Berges (2012) yang menyatakan bahwa vitamin E dapat mencegah terjadinya oksidasi kolesterol daging ayam. Pengaruh Suplementasi vitamin E dan Se pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap kolesterol dan lemak daging broiler disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Pengaruh perlakuan terhadap kolesterol dan lemak daging broiler

Peubah	Perlakuan				
	Vitamin E	Selenium			Rataan
		M1	M2	M3	
Kolesterol (mg 100 g ⁻¹)	V1	51.90	82.90	86.20	73.67
	V2	67.40	61.40	61.90	63.57
	Rataan	59.65	72.15	74.05	
Lemak (g 100 g ⁻¹)	V1	7.30	11.30	10.50	9.70
	V2	9.30	9.00	10.00	9.43
	Rataan	8.30	10.15	10.25	

V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm.

Kandungan kolesterol daging ayam broiler pada penelitian ini berkisar 46.2 – 86.2 mg 100g⁻¹. Menurut Chan *et al.* (1995) kadar kolesterol daging ayam broiler adalah 100 mg 100 g⁻¹ dan menurut Forest *et al.* (1975) adalah 110 mg 100 g⁻¹. Rusmana *et al.* (2008) melaporkan bahwa suplementasi vitamin E 200 ppm pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru 3% dan 6% berturut-turut adalah 79.09 mg 100 g⁻¹ dan 79.58 mg 100 g⁻¹. Konsentrasi kolesterol dalam daging broiler dapat bervariasi dari 30 mg 100g⁻¹ hingga 120 mg 100g⁻¹, variasi terjadi karena faktor strain, umur, kondisi pemeliharaan, dan pemberian pakan (Valsta *et al.* dalam de Oliveira 2016). Hasil penelitian ini lebih baik karena persentase kadar kolesterol daging broiler masih berada dalam kisaran yang rendah. *American Heart Association* merekomendasikan untuk membatasi asupan kolesterol makanan hingga 300 mg per hari (Soliman 2018).

Kandungan lemak daging broiler yang disuplementasi vitamin E 200 ppm yang dikombinasikan dengan Se 0.6 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Menurut Velasco *et al.* (2010) bahwa asam lemak memiliki potensi gen pengatur enzim pada proses sintesis dan perbanyakkan sel lemak. Asam lemak tidak jenuh dari minyak ikan yang terlindungi oleh vitamin E dan Se, sehingga perbanyakkan sel lemak menjadi meningkat. Hal ini diduga sebagai penyebab meningkatnya lemak daging ayam broiler yang disuplementasi vitamin E dan Se dibandingkan dengan kontrol. Menurut Alava *et al.* (1993) sebagai antioksidan, vitamin E dapat melindungi lemak atau asam lemak yang terdapat dalam memberan sel agar tidak teroksidasi. Kandungan lemak daging broiler pada penelitian ini berkisar 7.3 g 100 g⁻¹ – 11.3 g 100 g⁻¹. Menurut Forest *et al.* (1975) kadar lemak daging adalah 1.5% – 13% dan menurut Chan *et al.* (1995) keseluruhan lemak daging ayam broiler adalah 13.8%. Kandungan lemak daging ayam broiler hasil penelitian ini masih berada dalam kisaran yang rendah.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Vitamin E dan Se Daging Ayam Broiler

Suplementasi vitamin E 200 ppm yang dikombinasikan dengan Se 0.6 ppm dapat meningkatkan kandungan vitamin E dalam daging bagian paha ayam broiler dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kandungan vitamin E daging bagian paha broiler dalam penelitian ini secara deskriptif berkisar $<0.01 - 1.06 \text{ mg kg}^{-1}$. Suplementasi vitamin E dan Se yang tinggi dapat menyebabkan vitamin E terakumulasi didalam jaringan otot sehingga dapat meningkatkan kadar vitamin E dalam daging. Surai (2000) menyatakan bahwa pakan yang mengandung Se secara signifikan meningkatkan kandungan vitamin E kuning telur. Akil *et al.* (2009) menyatakan, akumulasi vitamin E pada telur puyuh menggambarkan bahwa vitamin E pada suplementasi Se pada pakan efektif untuk meningkatkan konsentrasi vitamin E dalam kuning telur. Pengaruh Suplementasi vitamin E dan Se pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap kandungan antioksidan daging broiler disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9 Pengaruh perlakuan terhadap kandungan vitamin E dan Se daging ayam broiler

Peubah	Perlakuan				Rataan
	Vitamin E	Selenium			
		M1	M2	M3	
Vitamin E (mg kg ⁻¹)	V1	<0.010	<0.010	<0.010	<0.010
	V2	0.880	1.010	1.060	0.980
	Rataan	0.440	0.505	0.530	
Selenium (mg kg ⁻¹)	V1	0.011	0.013	<0.006	0.01
	V2	0.022	0.067	<0.006	0.03
	Rataan	0.016	0.040	<0.006	

V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Skřivan *et al.* (2006) yang menyatakan bahwa ayam petelur dan ayam pedaging yang disuplementasi Se dapat meningkatkan kandungan vitamin E dalam telur dan daging. Hal ini karena selenium adalah komponen glutathione peroksidase dan secara aktif berpartisipasi dalam menghilangkan peroksida lipid dari sel, sehingga dapat menghemat penggunaan vitamin E (Surai 2002; Singh *et al.* 2006).

Kandungan Se daging bagian paha broiler dalam penelitian ini secara deskriptif berkisar $<0.006 - 0.067 \text{ mg kg}^{-1}$. Kandungan Se dalam daging bagian paha ayam broiler yang tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi Vitamin E 200 ppm dan Se 0.3 ppm yaitu 0.067 mg kg^{-1} . Nilai ini lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian (Nurhadi 2013) yang memperoleh kandungan Se sebesar 0.097 ppb dalam daging bagian paha ayam kampung yang difortifikasi vitamin E 200 ppm dan Se 0.2 ppm. Kandungan Se pada dada ayam broiler yang diberi pakan

mengandung Se meningkat dibandingkan dengan kontrol, kandungan vitamin E daging dada broiler meningkat seiring meningkatnya kandungan vitamin E dalam pakan (Zduńczyk *et al.* 2011).

Selenium berikatan dengan protein plasma yang kemudian ditransport ke hati untuk menjadi cadangan selenium dalam pembentukan selenometionin (Groof dan Sareen 1999). Akil *et al.* (2009) menjelaskan bahwa didalam tubuh selenometionin mengikuti jalur metionin, dimana jika metionin rendah, maka pool metionin akan menekan atau mengurangi katabolisme, sebaliknya jika kadar metionin tinggi ketersediaannya, maka pool akan mengkatabolisme metionin dalam jumlah yang lebih besar. Tingginya kandungan antioksidan pada daging yang dihasilkan meningkatkan nilai nutrisi dari daging tersebut sehingga meningkatkan kesehatan bagi yang mengkonsumsinya.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Malonaldehida dan Aktivitas Enzim Katalase Daging Ayam Broiler

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara vitamin E dan Se terhadap kandungan malonaldehida (MDA) dan aktivitas enzim katalase pada daging ayam broiler. Suplementasi vitamin E 200 ppm sangat nyata ($p < 0.01$) menurunkan kandungan MDA daging ayam broiler. Suplementasi vitamin E dan Se tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap aktivitas enzim katalase daging ayam broiler. Pengaruh Suplementasi vitamin E dan Se pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap kandungan MDA dan aktivitas enzim katalase daging broiler disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Pengaruh perlakuan terhadap kandungan Malonaldehida (MDA) dan aktivitas enzim katalase daging ayam broiler

Peubah	Perlakuan				
	Vitamin E	Selenium			Rataan
		M1	M2	M3	
MDA (mg kg ⁻¹)	V1	2.27 ± 1.08	2.29 ± 1.00	1.20 ± 0.29	1.92 ± 0.93 B
	V2	0.47 ± 0.25	0.35 ± 0.45	0.13 ± 0.22	0.32 ± 0.32 A
	Rataan	1.37 ± 1.21	1.32 ± 1.27	0.66 ± 0.63	
Katalase (U ml ⁻¹)	V1	380.67 ± 17.21	352.12 ± 57.72	383.00 ± 29.81	371.93 ± 36.75
	V2	349.68 ± 57.27	315.95 ± 74.50	343.46 ± 29.60	336.36 ± 51.36
	Rataan	365.18 ± 41.45	334.03 ± 62.81	363.23 ± 34.28	

Huruf dalam baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($p < 0.01$). V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm.

Kandungan MDA daging ayam broiler yang disuplementasi vitamin E 200 ppm lebih rendah dibandingkan dengan MDA perlakuan tanpa suplementasi vitamin E. Hasil ini sesuai dengan pernyataan Voljc *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa pemberian 200 mg kg⁻¹ vitamin E dalam pakan dapat mengurangi pembentukan MDA dalam daging ayam dibandingkan dengan kontrol.

Hasil serupa disampaikan Rao *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa 100 mg kg⁻¹ vitamin E dapat mengurangi pembentukan MDA pada anak ayam. Banyak peneliti menyatakan bahwa sampel daging yang memiliki kadar TBARS 1,0 mg kg⁻¹ memiliki rasa oksidatif (tengik) yang dapat dideteksi oleh panelis terlatih (Vann dan DeWitt 2007). Rendahnya konsentrasi MDA dalam daging mengindikasikan bahwa daging tersebut mengandung antioksidan yang tinggi (Santi *et al.* 2015). Peran antioksidan menekan aktivitas radikal bebas, sehingga MDA yang terekspresi di dalam daging yang dihasilkan oleh ayam yang disuplementasi antioksidan juga rendah.

Penurunan kadar MDA daging disebabkan kandungan antioksidan vitamin E yang mampu menekan terjadinya oksidasi lipid sehingga kerusakan sel dapat teratasi. Peran antioksidan adalah untuk mengubah bentuk radikal bebas menjadi bentuk yang lebih stabil sehingga menghentikan proses peroksidasi lipid. Vitamin E bekerja mencegah terbentuknya peroksida bebas sedangkan selenium bekerja mengurangi peroksida yang sudah terlanjur terbentuk (Fellenberg dan Speisky 2006). Menurut Fassah *et al.* (2012) Penambahan antioksidan dapat menurunkan MDA dan total SFA serta meningkatkan PUFA sehingga meningkatkan stabilitas oksidasi daging yang meningkatkan kualitas daging.

Menurut Sahin *et al.* (2008) MDA merupakan salah satu indikator dari peroksidasi lipida dalam tubuh yang sering digunakan berhubungan dengan stres oksidatif. Senyawa tersebut dapat menimbulkan kerusakan pada komponen sel, seperti lipid, protein dan asam nukleat (Clarkson dan Thomson 2000). Tinggi rendahnya kandungan MDA dipengaruhi oleh kadar peroksidasi lipid, yang secara tidak langsung menunjukkan adanya aktivitas radikal bebas. Senyawa MDA berkorelasi dengan tingkat ketengikan, semakin tinggi jumlahnya maka produk semakin tercium bau tengik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa suplementasi vitamin E 200 ppm dan Se hingga dosis 0.6 ppm tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aktivitas enzim katalase. Fungsi antioksidan dari vitamin E dan Se belum mampu mempengaruhi aktivitas enzim katalase pada daging ayam broiler dalam penelitian ini. Hal ini diduga karena adanya aktivitas dari enzim lain, selain itu dosis pemberian vitamin E dan Se di diduga belum optimal dalam menstabilkan aktivitas enzim katalase daging ayam broiler.

Antioksidan enzimatik yang terdapat didalam tubuh salah satunya adalah katalase sebagai pertahanan tubuh terhadap spesies oksigen reaktif. Spesies oksigen reaktif adalah istilah kelompok oksidan baik radikal bebas atau molekul yang mampu menghasilkan radikal bebas (Untari *et al.* 2014). Enzim katalase berperan dalam mengurai H₂O₂ atau hidrogen peroksida yang apabila tidak diuraikan menjadi senyawa beracun (Sumardjo 2009). Enzim ini akan melakukan serangkaian proses yang mengurai hidrogen peroksida (H₂O₂) menjadi oksigen dan air (Kumar *et al.* 2008) sehingga dapat melindungi dari kerusakan oksidatif (Mirsa *et al.* 2009). Tingginya radikal bebas dalam tubuh dapat ditunjukkan oleh rendahnya aktivitas enzim antioksidan (Winarsi 2007). Terjadinya penurunan jumlah hidrogen peroksida didalam sel inilah yang dapat menyebabkan peningkatan aktivitas dari enzim katalase (Untari *et al.* 2014). Aktivitas enzim antioksidan (katalase) yang tinggi serta produk oksidasi lipida yang rendah pada daging dada ayam yang mengonsumsi senyawa antioksidan menggambarkan produk pangan yang sehat.

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Malonaldehida dan Aktivitas Enzim Katalase Hati Ayam Broiler

Hasil penelitian menunjukkan terdapat interaksi antara vitamin E dan Se terhadap kandungan MDA hati ayam broiler, namun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap kandungan aktivitas enzim katalase hati ayam broiler. Pengaruh Suplementasi vitamin E dan Se pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap kandungan kandungan MDA dan aktivitas enzim katalase hati broiler disajikan pada Tabel 11.

Tabel 11 Pengaruh perlakuan terhadap kandungan MDA dan aktivitas enzim katalase hati ayam broiler

University	Peubah	Perlakuan				
		Vitamin E	Selenium			Rataan
			M1	M2	M3	
MDA (mg kg ⁻¹)	V1	4.49 ± 0.13 c	3.04 ± 0.78 b	1.64 ± 0.73 a	3.06 ± 4.43	
	V2	1.34 ± 0.06 a	1.45 ± 0.33 a	1.50 ± 0.19 a	1.43 ± 0.20	
	Rataan	2.91 ± 1.73	2.24 ± 1.02	1.57 ± 0.49		
Katalase (U mL ⁻¹)	V1	342.24 ± 18.74	379.19 ± 57.45	298.32 ± 51.94	339.92 ± 53.07	
	V2	331.73 ± 54.18	301.76 ± 43.79	343.77 ± 22.89	325.75 ± 41.17	
	Rataan	336.99 ± 36.72	340.47 ± 62.34	321.04 ± 43.68		

Huruf dalam baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($p < 0.05$). V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm.

Kandungan MDA hati broiler yang disuplementasi vitamin E 200 ppm dan Se 0.6 ppm lebih rendah secara nyata ($p < 0.05$) dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Suplementasi vitamin E dan Se tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap aktivitas enzim katalase hati ayam broiler. Rendahnya kandungan MDA hati ayam broiler yang disuplementasi vitamin E 200 ppm dan dikombinasikan dengan Se 0.6 ppm menunjukkan rendahnya radikal bebas didalam tubuh. Tinggi rendahnya kandungan MDA dipengaruhi oleh kadar peroksidasi lipid, yang secara tidak langsung menunjukkan adanya aktivitas radikal bebas. Suplementasi vitamin E 200 ppm yang dikombinasikan dengan Se 0.6 ppm efektif menurunkan kandungan MDA hati ayam broiler.

Vitamin E dan Se berfungsi sebagai antioksidan yang bereaksi dengan radikal bebas untuk membentuk produk yang lebih stabil. Antioksidan berperan mengubah bentuk radikal bebas kedalam ikatan-ikatan yang aman sehingga menghentikan proses peroksidasi lipid. Vitamin E dan Se bekerja sama sebagai antioksidan dalam menstabilkan radikal bebas melalui reaksi kimiawi, yaitu superoksida (O_2^-) yang merupakan hasil oksidasi berlebih akibat heat stress, didalam sel (mitokondria) dirombak menjadi hydrogen peroksida (H_2O_2) oleh vitamin E (tokoferol) lalu distabilkan oleh glutathion peroksidase menjadi bentuk yang lebih stabil yaitu $H_2O + O_2$ dengan bantuan selenium (Surai 2003). Mengonsumsi antioksidan dapat memelihara status antioksidan alami ternak (Surai 2003).

Aktivitas enzim katalase pada hati ayam broiler pada penelitian ini tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Fungsi antioksidan dari vitamin E dan Se belum mampu mempengaruhi aktivitas enzim katalase pada hati ayam broiler dengan dosis yang digunakan dalam penelitian ini. Hal ini diduga karena terjadi penekanan pada aktivitas enzim antioksidan endogen lain yang terdapat pada hati seperti superoksida dismutase dan glutathione (Lin *et al.* 2012). Enzim katalase ditemukan disemua jaringan, aktivitasnya yang tinggi ditemukan di hati dan di ginjal (Murray *et al.* 2003).

Pengaruh Perlakuan terhadap Kandungan Malonaldehid dan Aktivitas Enzim Katalase Ginjal Ayam Broiler

Pengaruh Suplementasi vitamin E dan Se pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap kandungan MDA dan aktivitas enzim katalase ginjal broiler disajikan pada Tabel 12. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya interaksi antara vitamin E dan Se terhadap aktivitas enzim katalase ginjal ayam broiler namun tidak memiliki interaksi terhadap kandungan MDA ginjal ayam broiler.

Tabel 12 Pengaruh perlakuan terhadap kandungan MDA dan aktivitas enzim katalase ginjal ayam broiler

Peubah	Perlakuan				
	Vitamin E	Selenium			Rataan
		M1	M2	M3	
MDA (mg kg ⁻¹)	V1	1.56 ± 0.29	4.90 ± 0.51	3.60 ± 0.13	3.35± 1.27 a
	V2	3.53 ± 0.42	7.05± 0.01	5.13 ± 3.56	5.23 ± 2.35 b
	Rataan	2.54 ± 1.13 A	5.97 ± 1.22 C	4.36 ± 2.40 BC	
Katalase (U mL ⁻¹)	V1	231.74 ± 14.18 b	230.18 ± 10.71 b	340.92± 1.17 c	267.61 ± 55.70
	V2	229.42 ± 51.72 b	310.50 ± 59.49 b	209.89 ± 98.88 a	273.27 ± 79.25
	Rataan	265.58 ± 50.24	270.34 ± 58.28	275.41 ± 95.19	

Huruf dalam baris dan kolom yang sama menunjukkan berbeda sangat nyata ($p < 0.01$). V1M1: pakan kontrol tanpa vitamin E dan Se; V1M2: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.3 ppm; V1M3: pakan mengandung Vitamin E 0 ppm + Se 0.6 ppm; V2M1: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0 ppm; V2M2: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.3 ppm; V2M3: pakan mengandung Vitamin E 200 ppm + Se 0.6 ppm.

Suplementasi vitamin E 200 ppm secara nyata ($p < 0.05$) menghasilkan MDA yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Kandungan MDA ginjal ayam broiler yang disuplementasi Se hingga dosis 0.6 ppm sangat nyata ($p < 0.01$) lebih tinggi dibandingkan kontrol. Meningkatnya kandungan MDA pada perlakuan yang disuplementasi vitamin E diduga terjadi karena vitamin E akan menangkap radikal bebas dan menetralkannya, namun oleh reaksi tersebut vitamin E kemudian berubah menjadi vitamin E radikal, sehingga memerlukan pertolongan vitamin C (Christijanti 2010). Vitamin E bersama-sama dengan vitamin C dapat menghambat reaksi oksidasi dengan mengikat vitamin E radikal yang terbentuk pada proses pemutusan reaksi radikal bebas oleh vitamin E

menjadi vitamin E bebas, sehingga berfungsi kembali sebagai antioksidan (Pavlovic *et al.* 2005).

Kandungan MDA ginjal ayam broiler yang disuplementasi Se sangat nyata ($p < 0.01$) lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Suplementasi hingga dosis 0.6 ppm belum mampu menurunkan kandungan MDA ginjal ayam broiler. Peningkatan radikal bebas yang melebihi normal, menyebabkan berkurangnya antioksidan yang berfungsi untuk menetralkan ROS (reactive oxygen spesies), sehingga kadar total status antioksidan (TSA) dalam tubuh mengalami penurunan (Kamilatussaniah *et al.* 2015). Apabila antioksidan lebih rendah dibandingkan dengan radikal bebas, maka akan terjadi ketidakstabilan oksidatif yang disebut stres oksidatif. Salah satu tanda terjadinya stres oksidatif adalah tingginya kadar MDA akibat peroksidasi lipid yang berlebihan didalam sel (Shofia *et al.* 2013).

Ginjal merupakan organ utama yang berfungsi untuk membuang produk sisa metabolisme yang tidak diperlukan lagi oleh tubuh (Guyton dan John 2007). Selanjutnya Guyton dan John (2007) menjelaskan ginjal juga membuang sebagian besar toksin dan zat asing lainnya yang diproduksi oleh pencernaan, seperti pestisida, obat-obatan dan zat aditif makanan. Ginjal menjadi target rentan stress oksidatif, hal ini disebabkan ginjal memiliki PUFA yang banyak (Ozbek 2012). Radikal bebas bereaksi dengan PUFA sehingga terjadi peroksidasi lipid. Peningkatan ROS yang lebih banyak menyebabkan sel-sel ginjal mengalami kerusakan yang lebih berat sehingga kadar MDA meningkat (Catherine dan Ferdinal 2018).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya interaksi antara vitamin E dan Se terhadap aktivitas enzim katalase. Aktivitas enzim katalase yang tertinggi terdapat pada perlakuan yang disuplementasi 0.6 ppm Se tanpa suplementasi vitamin E. Hal ini diduga karena selenium dapat mempertahankan antioksidan. Menurut Surai *et al.* (2006) Se berperan dalam pertahanan antioksidan dan merupakan bagian penting dari GSH-Px, serta ketersediaan Se merupakan kunci efektif sintesis GSH-Px. Enzim katalase dan glutathione peroksidase mengkonversi hidrogen peroksida menjadi H_2O (Yuan *et al.* 2009). Aktivitas enzim katalase akan meningkat jika diberi antioksidan, dimana antioksidan berfungsi untuk mencegah terjadinya keadaan stress oksidatif (Setiawan dan Nugroho 2018). Hal ini sesuai dengan pernyataan Dalia *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa terjadi peningkatan aktivitas enzim GPx dan katalase hati yang signifikan pada perlakuan yang disuplementasi selenium dibandingkan kontrol. Hal serupa disampaikan Mahmoud *et al.* (2016) menyatakan bahwa aktivitas GPx, SOD dan katalase lebih tinggi pada ayam yang disuplementasi nanoselenium.

Hasil yang berbeda terdapat pada perlakuan yang kombinasi antara vitamin E 200 ppm dan Se 0.6 ppm, yang menunjukkan penurunan aktivitas enzim katalase. Penurunan diduga karena pemberian vitamin E. Menurut Christijanti (2010) vitamin E akan menangkap radikal bebas dan menetralkannya, namun oleh reaksi tersebut vitamin E kemudian berubah menjadi vitamin E radikal. Meningkatnya radikal pada ginjal akan dinetralkan oleh enzim antioksidan pada ginjal, salah satunya adalah enzim katalase. Menurut Winarsi (2007) tingginya radikal bebas dalam tubuh dapat ditunjukkan oleh rendahnya aktivitas enzim antioksidan. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan aktivitas enzim katalase pada perlakuan yang dikombinasikan antar vitamin E dan Se.

4 SIMPULAN SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Suplementasi vitamin E 200 ppm yang dikombinasikan dengan Se 0.3 ppm (V2M2) merupakan perlakuan terbaik. Suplementasi pada dosis tersebut menghasilkan kandungan ω -3, vitamin E dan Se daging broiler yang lebih tinggi.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh suplementasi vitamin E dan selenium pada pakan yang mengandung minyak ikan lemuru terhadap aktivitas enzim superoksida dismutase, glutathione peroksidase pada daging, hati dan ginjal ayam broiler.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Method of The Analysis of The Association of Analytical of Chemist*. Arlington : The Association of Official Analytical Chemist, Inc.
- Ahmadi K, Mushollaeni W. 2007. Aktivasi zeolite alam untuk pemurnian minyak ikan dari hasil samping penepungan ikan sardin (*Sardinella longiceps*). *J. Tek Hasil Pertanian*. 8(2): 71-79.
- Akhlaqulhusna D. 2016. Suplementasi zink dan vitamin E dalam ransum terhadap status kesehatan dan organ imunitas ayam broiler [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Akil S, Piliang WG, Wijaya H, Utomo DD, Wiryawan IG. 2009. Pengkayaan selenium organik, inorganik dan vitamin edalam pakan puyuh terhadap performa serta potensi telur puyuh sebagai sumber antioksidan. *JITV*. 14(1): 1-10.
- Alava VR., Kanazawa A, Thesima S, Koshio S. 1993. Effects of dietary vitamin A, E, and C on the ovarian development of *Penaeus japonicus*. *Nippon Suisan Gakkaishi*. 59(7): 1235-1241.
- Anggorodi H. 1985. *Ilmu Makanan Ternak Unggas*. Jakarta (ID): PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Astuti T. 2016. Status hematologis ayam ras pedaging yang diberi tepung daun kelor (*Moringa oleifera*) dalam pakan [skripsi]. Makassar (ID): Universitas Hasanuddin.
- Basmacioglu H, Ergul M. 2005. Research on the factor affecting cholesterol content and some other characteristics of eggs in laying hens. *Turk. J. Vet. Anim. Sci*. 29: 157-164.
- Bell DD, Weaver WD. 2002. *Commercial Chicken Meat and Egg Production*. 5th Edition. New York (US): Springer Science and Bussines Medi Inc.

- Berges, E. 2012. Importance of vitamin E in the oxidative stability of meat: organoleptic qualities and consequences. Available at <http://om.ciheam.org>. Accession date: December 28th, 2012.
- Bjorneboe A, Bjorneboe GA, Drevon CA. 1990. Absorption, transport and distribution of vitamin E. *J Nutr.* 120: 233-242.
- Blakely J, Blade DH. 1998. *Ilmu Peternakan*. B. Srigandono, penerjemah. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Pr.
- Catherine C, Ferdinal F. 2018. Pengaruh hipoksia sistemik kronik terhadap kadar Malondialdehid (MDA) pada darah dan jaringan ginjal tikus Sprague Dawley. *Tarumanagara Med. J.* 1(1): 54-58
- Chan W, Brown WC, Lee SM, and Buss DH. 1995. Meat, Poultry and Game. Di dalam: Supplement to Mc Cane & Widdowson's. The Composition of Foods. London: Published by The Royal society of Chemistry, Cambridge and Ministry of Agriculture, Fisheries and Food
- Chen YJ, Son KS, Min BJ, Cho JH, Kwon OS, Kim IH. 1998. Effects of dietary probiotic on growth performance, nutrients digestibility, blood characteristics and fecal noxious gas content in growing pigs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 18:1464-1468.
- Christijanti W, Utami NR, Iswara A. 2010. Efek pemberian antioksidan vitamin C dan E terhadap kualitas spermatozoa tikus putih terpapar allethrin. *Biosaintifika.* 2(1): 18-26.
- Clarkson PM, Thompson HS. 2000. Antioxidants: what role do they play in physical activity and health. *J. Clin. Nutr.* 72: 637S-646.
- Coetzee GJM, LC Hoffman. 2002. Effect of various dietary n-3/n-6 fatty acid rations on the performance and body composition of broilers. *South African J. Animal Sci.* 32 (3): 175-184.
- Dari DW, Astawan M, Wulandari N, Suseno SH. 2017. Karakteristik minyak ikan sardine (*Sardinella sp.*) hasil pemurnian bertingkat. *JPHPI.* 20(3): 456-467.
- De Oliveira J, Garcia-Neto M, Ponsan EHG. 2016. Composition of broilers meat. *J. Appl. Poult. Res.* 25: 173-181
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan. 2010. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta (ID): Bharrata.
- Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan. 2018. *Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan*. Jakarta (ID): Kementrian Pertanian RI.
- Domínguez CS, Avila GE, Vásquez PC, Fuente B, Calvo CC, Carranco JME Pérez-Gil RF. 2012. Effects of adding vitamin E to diets supplemented with sardine oil on the production of laying hens and fatty-acid composition. *Afr J Food Sci.* 6(1): 12-19.
- Emadi M, Kermanshahi H. 2007. Effect of turmeric rhizome powder on the activity of some blood enzyme in broiler chickens. *Int. J. Poult. Sci.* 8(1): 48-51.
- Fassah DM, Supadmo, Rusman. 2012. Efek pemberian ekstrak limbah the hitam sebagai sumber antioksidan dan level energi-protein pakan yang berbeda terhadap stabilitas oksidatif dan kualitas daging ayam broiler. *Buletin Peternakan.* 36(2): 75-86.
- Fellenberg MA, Speisky H. 2006. Antioxidant: what role do they plan in physical activity and health. *Am. J. Clin. Nutr.* 729: 637-646.

- Fenita Y. 2002. Suplementasi lisin dan metionin serta minyak lemuru kedalam ransum berbasis hidrolisis bulu ayam terhdap perlemakan dan pertumbuhan ayam ras pedaging [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Forest JC, Aberle ED, Hedrick HB, Judge MD, Merkel RA. 1975. *Principles of Meat Science*. WH Freeman and Company, San Fransisco.
- Frandsen RD, Wilke WL, Fails AD. 2009. *Anatomy and Physiology of Farm Animal* 7th Edition. Iowa (US): Willey-Blackwell.
- Ganong WF. 1996. *Fisiologi Kedokteran*. Edisi 17. Jakarta (ID): Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Groof JL, Sareen SG. 1999. *Advance nutrition and human metabolism*. Ed ke-3. California: Wadsworth
- Guyton AC, Hall JE. 1997. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 9. Jakarta (ID): EGC.
- Guyton AC, Hall JE. 2006. *Textbook of Medical Physiology*. 11th Ed. Philadelphia (US): Elsevier Saunders, Elsevier Inc.
- Guyton AC, John EH. 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran* Ed. 11. Jakarta (ID): EGC.
- Habibian M, Ghazi S, Moeini MM. 2015. Effect of dietary selenium and vitamin E growth performance, meat yield, and selenium content and lipid oxidation of breast meat of broilers reared under heat stress. *Biol Trace Elem Res*. 169: 142-152.
- Haris WS. 2004. Review: fish oil supplementation: evidence for health benefits. *Cleveland Clinic. J. of Medicine*. 71(3): 208-219.
- Hartini M, Okid PA. 2009. Kadar kolesterol darah tikus putih (*Rattus norvegicus*) hiperkolesterolemik setelah perlakuan VCO. *Bioteknologi*. 6(2): 55-62.
- Haug A, Eich-Greatorex S, Bernhoft A, Wold JP, Hetland H, Christophersen OA, and Sogn T. 2007. Effect of dietary selenium and omega-3 fatty acids on muscle composition and quality in broilers. *Bio Med Central*. 6 (29): 1-9.
- Isroli, Susansi S, Widiastuti E, Yudiarti T, Sugiharto. 2009. Observasi beberapa variabel hematologis ayam kedu pada pemeliharaan intensif. *Seminar Nasional Kebangkitan Peternakan*. Semarang (ID): Universitas Diponegoro.
- Iwai K, Nakaya N, Kawasaki Y, Matsue H. 2002. Antidative function of natto, a kind of fermented soybeans: effect on LDL oxidation and lipid metabolism in cholesterol-fed rat. *J of Agricultural and Food Chemistry*. 50(12): 3597-3601.
- Jain NC. 1993. *Essential of Veterinary Hematology*. Philadelphia (US): Lea and Febiger.
- Kamilatussaniah, Yuniastuti A, Iswari RS. 2015. Pengaruh suplementasi madu kelengkeng terhadap kadar tsa dan mda tikus putih yang diinduksi timbal (pb). *Jurnal MIPA*. 38 (2): 108-114.
- Kartasudjana R, Suprijatna E. 2010. *Manajemen Ternak Unggas*. Jakarta (ID): Penebar Swadaya.
- Kleiner IS, Dotti B. 1962. *Laboratory Instruction in Biochemistry*. 6th Ed. New York (US): The C. V Mosby Co.
- Konieczka P, Czauderna M, Rozbicka-Wieczorek A, Smulikowska S. 2015. The effect of dietary fat, vitamin E and selenium concentrations on the fatty

acid profile and oxidative stability of frozen stored broiler meat. *Journal of Animal and Feed Sciences*. 24: 244–251

Kumar, GP, Yadav SK, Thawale PR, Singh SK, Juwarkar AA. 2008. Robbins and Cotran Pathologic Basic of Disease. 8th Ed. *Journal of Cellular Adaptations, Cell Injury, and Cell Death*. 34(1): 16-18.

Kusnadi E. 2009. Perubahan malonaldehida hati, bobot relatif bursa fabricius dan rasio heterofil/limfosit (H/L) ayam broiler yang diberi cekaman panas. *Media peternakan*. 32(2): 81-87.

Kusumawati DSU. 2000. *Bersahabat Dengan Hewan Coba*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada Univ Pr.

Leeson S and JD Summers. 2005. *Commercial Poultry Nutrition*. 3rd Edition. Canada (US): Nottingham University Pr.

Leeson S, JD Summers. 2008. *Commercial Poultry Nutrition*. 3rd edition. Nottingham (UK): Nottingham University Pr.

Lin, Zhao Lv, Xi Lin, Zhi hui Miao, Hong Xuan Guo, Jun An Hong Wang, Mei Ling Lei, Yue Pan dan Bo Lin Zhang. 2012. Antioxidant Activity of Bamboo Leaf Extract From Species *Dendrocalamopsis oldhami*. *Scientific Research and Assay*. 7(44): 3789-3796.

Londok JJMR, Manalu W, Wiryawan IKG, Sumiati. 2018. Profil hematologi ayam pedaging yang diberi ransum mengandung asam laurat dan pinang yaki sebagai sumber antioksidan alami. *Jurnal Veteriner*. 19(2): 222-229.

Lubis FNL, Alfianty R, Sahara E. 2015. Pengaruh suplementasi selenium organik (Se) dalam vitamin E terhadap performa itik pegagan. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 4(1): 28-34.

Matsubara M, Chiba H, Maruoka S, Katayose S. 2002. Elevated serum lipid concentrations in women with hyperuricemia. *J of Atherosclerosis Thromb*. 9(1): 28-34.

Maulana IT, Sukraso, Damayanti S. 2014. Kandungan asam lemak dalam minyak ikan indonesia. *J Ilmu Tek Kelautan Trop*. 6(1) : 121-130.

Maxwell MH, Mitchell MA, Carlisle AJ. 1992. The fine structure of broiler chicken blood cells, with particular reference to basophils, after severe heat stress. *Comp Haematol*. 2: 190-200.

Meluzzi A, Primiceri G, Giordani R, Fabris G. 1991. Determination of Blood Constituents Reference Values in Broiler.

Mirsa DS. 2009. Protection Of Swimming-Induced, Oxidative Stress in Some Vital Organs By The Treatment Of Composite Extract Of *Withania Somnifera*, *Ocimum Sanctum* and *Zingiber Offcinalis* in Mlae Rat. *J Africa of Traditional*. 6(4): 534-543.

Murray RK. 2003. *Oksidasi Asam Lemak: Ketogenesis Biokimia Harper*. Edisi 26. Jakarta (ID): EGC.

Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. 1996. *Biokimia Harper*. Andry Hartono DAN, penerjemah. Jakarta (ID): EGC. Terjemahan dari Harper's Biochemistry. Edisi 24.

Murray, RK, DA, Bender, KM, Bothan, PJ, Kennelly, PA Weil, VW Rodwell. 2012. *Harper's Illustrated Biochemistry*. The Mc Graw-Hill Companies. Inc. USA.

Nasiu F, Yusiati LM, Supadmo. 2013. Pengaruh suplementasi vitamin E dalam ransum yang mengandung *capsulated crude palm oil* terhadap kandungan

polyunsaturated fattyacid daging dan performan kambing bligon. *Buletin Peternakan* 37(3): 181-188.

- Noguchi N, Niki E. 1999. *Chemistry of Active Oxygen Species and Antioxidant. Antioxidant Status, Diet, Nutrition and Health*. Washington DC (USA): CRC Press Boca Roton.
- Nurhadi A. 2013. Fortifikasi vitamin E dan Se sebagai antioksidan terhadap performa dan kandungan Se daging ayam kampung [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Ozbek E. 2012. Review article induction of oxidative stress in kidney. *International Journal of Nephrology*. 2012: 1-9.
- Pangesti WA. 2013. Efek fortifikasi vitamin E dan minerale dalam pakan terhadap profil darah, kadar lemak daging dan berat bulu ayam kampung [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Pavlovic V, Cekic S, Rankovic G, Stoiljkovic N. 2005. Antioxidant and Pro-oxidant Effect of Ascobic Acid. *Acta Medica Medianae*. 44(1): 65-69.
- Price SA, Wilson. 2003. Patofisiologi: Konsep Klinis Proses-proses Penyakit (Pathophysiology: Clinical Conceptsof Disease Processes). Pendit B.U. ent. Jakarta (ID): EGC.
- Purnomo D, Sugiarto, Isroli. 2015. Total leukosit dan diferensial leukosit darah ayam broiler akibat penggunaan tepung onggok fermentasi *rhizopus oryzae* pada ransum. *J Ilmu-ilmu Peternakan*. 25(3): 59-68.
- Rao SVR, Raju MVLN, Panda AK, Poonam NS, Sunder GS. 2011. Effect of dietary α -tocopherol concentration on performance and some immune responses in broiler chickens fed on diets containing oils from different sources. *Br Poult Sci*. 52(1):97–105.
- Raza M, Deo C, Mandal AB, Tyagi P, Mir NA. 2018. Effect of dietary supplementation of selenium and vitamin E on growth performance and hematology of broiler chicken under heat stress. *Indian Journal of Poultry Science*. 53(2): 171-176.
- Rodriguez E, Gonzales M, Caride B, Lamas KA, Taboada MC. 2000. Nutritional value of Holothuria forskali protein and effect on serum lipid profile in rats. *J of Phisiol Biochemic*. 56(1): 39-44.
- Rusmana D. 2008. Minyak ikan lemuru sebagai imunomodulator dan penambahan vitamin E untuk meningkatkan kekebalan tubuh ayam broiler [disertasi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rusmana D, Natawiharja D, Happali. 2008. Pengaruh pemberian ransum mengandung minyak ikan lemuru dan vitamin E terhadap kadar lemak dan kolesterol daging ayam broiler. *J Ilmu Ternak*. 8(1): 19-24.
- Rusmana D. 2000. Pengaruh Suplementasi Minyak Ikan, Minyak Jagung dan $ZnCO_3$ dalam Ransum terhadap Kandungan "Omega-3, Omega-6 PUFA" dan Kolesterol Telur dan Karkas Ayam Kampung. [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Sahin K, Kucuk O, Shin N, Gursu MF. 2002. Optimal dietary concertration of vitamin E for alleviating the effect of heat stress on performance, thyroid status, ACTH and some serum metabolite and mineral concentrations in broiler. *Vet Med*. 4: 110-116.

- Sahin N, Onderci M, Balci TA, Cikim G, Sahin K, Kucuk O. 2007. The effect of soy isoflavones on egg quality and bone mineralization during the late laying period of quail. *Poult Sci.* 48(1): 363-369.
- Sahin, N, Orhan, C, Tuzcu, M, Sahin, K, Kucuk, O. 2008. The effect of tomato powder supplementation on performance and lipid peroxidation in quail. *Poult. Sci.* 87(2): 276–283.
- Samour J. 2008. *Avian Medicine*. Ed ke-2. Philadelphia (US): Lea and Febiger.
- Santi MA, Sumiati, Abdulah L. 2015. Cholesterol and malondialdehyde contents of broiler-chicken meat supplemented with *Indigofera zolingeriana* top leaf meal. *Med Pet J.* 38(3):163-168.
- Sastradipradja D, Hartini S. 1989. *Fisiologi Veteriner*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor Pr.
- Scanes CG, Brant G, Esminger ME. 2004. *Poultry science*. 4th edition. Person education Inc., New Jersey.
- Selvam R, Saravanakumar M, Suresh S, Suresbabu G, Sasikumar M, Prashanth D. 2017. Effect of vitamin E supplementation and high stocking density on the performance and stress parameters of broilers. *Brazil Journal of Poultry Science.* 19(4): 587-594.
- Senturk UK, Gunduz F, Kuru O, Aktekin MR, Kipmen D, Yalcin O, BorKucukatay M, Yesilkaya A, Baskurt OK. 2001. Exercise-induced oxidative stress affects erythrocytes in sedentary rats but not exercise-trained rats. *J Appl Physiol.* 91: 1999-2001.
- Setiawan J, Nugroho T. 2018. Pengaruh ekstrak kulit manggis terhadap enzim katalase hepar tikus terpapar minyak jelantah. *J Kedokteran Diponegoro.* 7(1): 263-272.
- Shinde VK, Dhalwal AR, Paradkar, Mahadik KR. 2007. *Effects Of Human Placental Extract On Age Related Antioxidant Enzyme Status In Dgalactose Treated Mice*. Department of Pharmacognosy, Poona College of Pharmacy. Pune (IN): Bharati Vidyapeeth Univ Erandwane Pr.
- Shofia V, Aulanni'am, Mahdi C. 2013. Studi Pemberian Ekstrak Rumput Laut Coklat (*Sargassum Prismaticum*) terhadap Kadar Malondialdehid dan Gambaran Histologi Jaringan Ginjal pada Tikus (*Rattus Norvegicus*) Diabetes Melitus Tipe 1. *Kimia Student Journal.* 1: 119-125.
- Sihaloho P, Suthama N, Sukanto B. 2013. Kombinasi pemberian vitamin A dan E dalam ransum terhadap pencernaan lemak dan indikator ketahanan tubuh pada ayam kedu petelur. *Animal Agriculture Journal.* 2(1): 385-392.
- Singh H, Sodhi S, Kaur R. 2006. Effects of dietary supplements of selenium, vitamin E or combinations of the two on antibody response of broilers. *Brit. Poult. Sci.* 47: 714–719.
- Singh RP, Murthy KNC, Jayaprakasha GK. 2002. Studies on antioxidant activity of pomegranate (*punica granatum*) peel and seed extracts using in vitro models. *J. Agric. Food Chem.* 50(1): 81–86.
- Skřivan M, Ševčíková S, Dlouhá G, Tůmová E, Ledvinka Z. 2006. Enhancement of vitamin E and A in animal products. Patent Application. Office of Industrial Pro-prietorship, Czech Republic.
- Smith, J. B, dan S. Mangkooewidjojo. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. Jakarta (ID): Universitas Indonesia.

- Soliman GA. 2018. Dietary cholesterol and the lack of evidence in cardiovascular disease. *Nutrients*. 10(6): 780-794.
- Steel RGD, Torrie. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistik (Pendekatan Biometrik)*. B. Sumantri, penerjemah. Jakarta (ID): Gramedia Pustaka Utama.
- Sulmiyati, Malaka R. 2017. Pemberian whey-dangke dalam air minum menekan kadar kolesterol, trigliserida dan lipoprotein darah ayam broiler. *J Vet*. 18(2): 257-262.
- Sumardjo, Damin. 2009. *Pengantar Kimia : Buku Panduan Kuliah Mahasiswa Kedokteran dan Program Strata 1 Fakultas Bioeksakta*. Jakarta (ID): EGC.
- Surai PF, Karadas F, Pappas AC, Sparks NHC. 2006. Effect of organic selenium in quail diet on its accumulation in tissues and transfer to the progeny. *Intl J Poult Sci*. 47: 65-72.
- Surai PF. 2000. Effect of selenium and vitamin E content of the maternal diet on the antioxidant system of the yolk and the developing chick. *Brit. Poult. Sci*. 41: 235-243.
- Surai PF. 2002. Selenium in poultry nutrition. Anti-oxidant properties, deficiency and toxicity. *Worlds Poult. Sci. J*. 58: 333-347.
- Surai PF. 2003. *Natural Antioxidants in Avian Nutrition and Reproduction*. Nottingham (UK): Nottingham University Pr.
- Swain BK, Johri TS, Majumdar S. 2000. Effect of supplementation of vitamin E, selenium and their different combination on the performance and immune response of broilers. *Br Poult Sci*. 41: 287-292.
- Talebi A, Asri-Resaei S, Rozeh-Chai R, Sahraei R. 2005. Comparatives studies onhaematological values of broiler strains (Ross, Cobb, Arbor-acres and Arian). *Intl J Poult Sci*. 4(8): 573-579.
- Taulescu C, Mihaiu M, Bele C, Matea C, Dan SD, Mihaiu R, Lapusan A. 2011. Antioxidant effect of vitamin E and Selenium on Omega-3 Enriched Poultry meat. *Veterinary Medicine*. 68(2): 293-299.
- Tayeb IT, Qader GK. 2012. Effect of feed supplementation of selenium and vitamin E on production performance and some hematological parameters of broiler. *Journal of Natural Science*. 15(3): 1-12.
- Tizard IR. 1982. *Pengantar Immunologi Veteriner*. M Partodiredjo, penerjemah. Surabaya (ID): Airlangga University. Edisi ke-2.
- Untari EK, Wahdaningsih S, Damayanti A. 2014. Efek fraksi n-heksana kulit *Hylocereus polyrhizus* terhadap aktivitas katalase tikus stres oksidatif. *Pharm Sci Res*. 1(3): 141-153.
- Vann DG, DeWitt CAM. 2007. Evaluation of solubilized proteins as an alternative to phosphates for meat enhancement. *J Food Sci*. 72(1): 72-77.
- Vasile FE, Romero AM, Judis MA, Mazzobre MF. 2016. Prosopis alba exudate gum as excipient for improving fish oil stability in alginate-chitosan beads. *Food Chemistry*. 190(1): 1093-1101.
- Velasco S, Ortiz LT, Alzueta C, Rebolé A, Treviño J, Rodríguez ML. 2010. Effect of inulin supplementation and dietary fat source on performance, blood serum metabolites, liver lipids, abdominal fat deposition, and tissue fatty acid composition in broiler chickens. *Poultry Science*. 89: 1651-1662
- Villar-Patino G, Diaz-Cruz A, Avila-Gonzalea E, Guinzberg R, Pablos JL, Pina E. 2002. Effect of dietary supplementation with vitamin C or E on cardiac lipid

peroxidation and growth performance in broilers at risk of developing ascites syndrome. *American Journal of Veterinary Research*. 63(5): 673-676.

Voljč M, Frankič T, Levart A, Nemec M, and Salobir J. 2011. Evaluation of different vitamin E recommendations and bioactivity of α -tocopherol isomers in broiler nutrition by measuring oxidative stress in vivo and the oxidative stability of meat. *Poult Sci*. 90(7): 1478–1488.

Wahju J. 2004. *Ilmu Nutrisi Unggas*. Edisi kelima. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada Pr.

Winarsi, Hery. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta (ID): Kanisius.

Winarsi Hery, Siwi PMW, Agus P. 2012. Aktivitas enzim superoksida dismutase, katalase, dan glutathion peroksidase wanita penderita sindrom metabolik. *mkb*. 44 (1): 7-11.

Yalcinkaya I, Gungor T, Basalan M, Erdem E. 2008. *Mannan oligosaccharides* (MOS) from *saccharomyces cerevisiae* in broilers: Effects on performance and blood chemistry. *Turk. J. Vet. Anim. Sci.* 32(1): 43-48.

Yosi F, Sandi S. 2014. Pemanfaatan asap cair sebagai bahan aditif dan impikasinya terhadap sistem imun dan mortalitas ayam broiler. *Jurnal Peternakan Sriwijaya*. 3(2): 28-34.

Yuan C, Huang X, Cheng L, Bu Y, Liu G, Yi F, Yang Z, Song F. 2009. Evaluation of antioxidant and immune activity of *Phellinus ribis* glucan in mice. *Food Chem*, 115: 581 – 584.

Zain B. 2012. Pengaruh pemberian ekstrak daun katuk, minyak ikan lemuru dan vitamin E terhadap performansi dan kualitas daging ayam broiler. *Jurnal Agroindustri*. 2(1): 1-7.

Zduńczyk, Z, Gruzauskas R, Semaskaite A, Juskiewicz J, A Raceviciute-Stupeliene, and Wroblewska M. 2011. Fatty acid profile of breast muscle of broiler chickens fed diets with different levels of selenium and vitamin E. *Arch.Geflügelk*. 75 (4): 264- 267.

Zuprizal, Yuwanta T, Iriyanti N. 2007. Penggunaan vitamin E dalam ransum yang mengandung minyak ikan emuru dan minyak kelapa sawit ditinjau dari profil darah dan performa ayam kampung. Prosiding Seminar Nasional AINI VI Kearifan Lokal dalam Penyediaan serta Pengembangan Pakan dan Ternak di Era Globalisasi; 2007. Yogyakarta (ID): 56-263.

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama lengkap Fadilla Meidita, dilahirkan di Padang, 5 Mei 1996. Penulis merupakan anak ketiga dari pasangan Edyarman dan Hasnita. Pendidikan formal yang pernah ditempuh penulis diantaranya di MAN 2 Padang pada tahun 2011-2014. Pada tahun yang sama penulis diterima sebagai mahasiswa di Universitas Andalas, Fakultas Peternakan melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis lulus jenjang pendidikan sarjana pada tahun 2018. Penulis kemudian terdaftar sebagai mahasiswa Pascasarjana Program Studi Ilmu Nutrisi dan Pakan, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor angkatan 2018. Selama masa kuliah penulis aktif dalam organisasi Ikatan Mahasiswa Minang Pascasarjana Bogor (IMMPACS). Penulis mempublikasikan karya ilmiah ini pada International Conference on Science and Applied Science (ICSAS 2020) dengan judul *“Effect of Supplementation Vitamin E and Selenium in Feed Containing Lemuru Fish Oil on Blood Metabolites and Blood Profile of Broiler Chicken”*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

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