

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ayam Petelur

Ayam petelur merupakan jenis ayam yang mampu memproduksi telur dalam jumlah banyak selama fase produksinya. Dua tipe ayam petelur yang beredar di Indonesia yaitu ayam petelur tipe ringan dan tipe medium. Ayam petelur tipe ringan memiliki ciri-ciri badan ramping, bulu berwarna putih dan berjengger merah, produksi telurnya lebih dari 300 butir/tahun, sensitif terhadap cuaca panas dan keributan. *Strain* yang termasuk tipe ringan antara lain *Babcock*, *Hisex White*, *Ross White* dan *Hubbard Leghorn*. Tipe medium memiliki ciri-ciri ukuran tubuh sedang, tidak terlalu kurus dan tidak terlalu gemuk, warna bulu coklat, menghasilkan telur cukup banyak dan pada akhirnya dapat dijual sebagai ayam pedaging. *Strain* ayam petelur yang termasuk dalam tipe medium antara lain *Lohman Brown*, *Hisex Brown*, *Hubbard Golden Comet*, *Ross Brown*, *Dekalb Brown*, *Hy-Line Brown* dan *Isa Brown* (Rasyaf, 1994). Jumlah populasi ayam petelur dari tahun 2011 sampai 2015 masing-masing sebesar 124.635.794, 138.717.750, 146.621.514, 146.660.415 dan 151.418.999 ekor/tahun (Direktorat Jendral Peternakan dan Kesehatan Hewan, 2015). Produksi telur ayam *strain Hy-Line Brown* berkisar antara 77 - 82% (Golden *et al.*, 2012).

Periode ayam petelur secara umum terbagi menjadi tiga tahap pemeliharaan, yaitu : a.) pemeliharaan anak ayam (*starter*) mulai umur 0 - 6 minggu, b.) pemeliharaan ayam remaja (*grower*) umur 9 - 13 minggu, (*developer*)

umur 14 - 24 minggu dan c.) pemeliharaan masa produksi (*layer*) pada umur diatas 20 minggu (Sudaryani dan Santosa, 2000). Faktor yang mempengaruhi produktivitas ayam petelur antara lain sifat genetik ayam, kesehatan, manajemen pemeliharaan, pakan, serta keadaan lingkungan (Marginingtyas *et al.*, 2015).

2.2. Ransum Ayam Petelur

Ransum merupakan campuran 2 atau lebih bahan pakan yang diberikan kepada ternak untuk memenuhi kebutuhan hidup selama 24 jam. Ransum disusun dengan memperhatikan kebutuhan hidup ternak dan kandungan nutrisi yang terkandung dalam bahan pakan. Jumlah dan kandungan zat-zat pakan yang pada ternak harus memadai agar pertumbuhan dan proses produksi dapat berjalan maksimal (Suprijatna *et al.*, 2005). Faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya konsumsi ransum antara lain besar dan bangsa ayam, temperatur lingkungan, tahap produksi dan energi dalam ransum (Wahju, 1992). Produktivitas akan tercapai secara efisien apabila pakan yang diberikan mencukupi kebutuhan ayam sesuai dengan umur dan tatalaksana pemeliharaan (Tugiyanti dan Iriyanti, 2012). Manajemen pemberian ransum yang tepat dibutuhkan untuk mendukung produksi karena terkait dengan pemenuhan kebutuhan nutrisi ayam petelur (Anggarayono *et al.*, 2008).

Kebutuhan nutrien ayam ras petelur fase layer menurut SNI (2008) dan *Hy-Line International* (2014) tersedia pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Nutrien Ayam Ras Petelur Fase *Layer*

Nutrien	Kebutuhan
Protein kasar (%)	16,50 - 19,32 ¹⁾
Energi Metabolis (kkal /kg)	2.778 - 2.911 ¹⁾
Lemak kasar (%)	Maks. 7,00 ²⁾
Serat kasar (%)	Maks. 7,00 ²⁾
Ca (%)	4,08 - 4,77 ¹⁾
P (%)	0,45 - 0,52 ¹⁾
Lisin (%)	0,88 - 1,03 ¹⁾
Metionin (%)	0,42 - 0,50 ¹⁾
Metionin + sistein (%)	0,78 - 0,91 ¹⁾

1) *Hy-Line International* (2014); 2) SNI (2008)

2.3. Herbal *Feed Additive*

Feed additive atau pakan tambahan merupakan suatu bahan yang dicampurkan ke dalam pakan yang dapat mempengaruhi kesehatan, produktivitas, maupun keadaan gizi ternak, meskipun bahan tersebut bukan untuk mencukupi kebutuhan zat gizi ternak. Penambahan tersebut dimaksudkan untuk memacu pertumbuhan atau meningkatkan produktivitas dan kesehatan ternak serta meningkatkan efisiensi produksi (Sinurat *et al.*, 2009). Menurut Murwani (2008), zat aditif yang diberikan pada ternak terdiri dari 2 golongan yaitu aditif sintetik (contoh : antibiotika) dan aditif alami (contoh : tanaman obat, mikroorganisme dalam kelompok bakteri maupun ragi, dan bahan alami lainnya yang berasal dari alam).

Herbal atau tanaman obat dapat berpotensi sebagai *feed additive* untuk meningkatkan produktivitas ternak. Penggunaan bahan tambahan dari bahan kimia secara terus-menerus dapat mengakibatkan akumulasi residu dalam produk ternak, serta dapat mengganggu keseimbangan mikroorganisme dalam saluran

pencernaan (Sinurat *et al.*, 2009). Ramuan herbal telah lama dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai obat maupun untuk memperbaiki metabolisme tubuh. Perbaikan metabolisme melalui pemberian ramuan herbal secara tidak langsung akan meningkatkan performans ternak melalui zat bioaktif yang terdapat di dalamnya, sehingga ternak akan lebih sehat karena memiliki daya tahan tubuh yang lebih baik (Zainuddin dan Wakradihardja, 2001).

Beberapa tanaman herbal yang banyak dimanfaatkan masyarakat sebagai obat antara lain jahe merah, daun sembung, daun katuk dan kencur.

2.3.1. Jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc)

Berdasarkan taksonomi tanaman, jahe merah termasuk divisi *Pteridophyta*, subdivisi *Angiospermae*, kelas *Monocotyledoneae*, ordo *Scitamineae*, famili *Zingiberaceae*, dan genus *Zingiber* (Wardana *et al.*, 2002). Jahe merah (*Zingiber officinale* Rosc) merupakan tanaman berbatang semu, memiliki tinggi 30 cm sampai dengan 1 m, akar berbentuk rimpang dengan daging akar berwarna kuning hingga kemerahan, daun menyirip, tangkai daun berbulu halus, dan bunga berwarna hijau kekuningan. Jahe merah mengandung beberapa komponen kimia antara lain minyak atsiri, oleoresin, amilum, dan abu. Aroma khas yang dimiliki jahe disebabkan oleh komponen minyak atsiri, sedangkan rasa pedas yang ditimbulkan disebabkan oleh komponen oleoresin (Agoes, 2010). Rimpang jahe pada umumnya mengandung minyak atsiri (0,25 - 3,3%), lemak (6 - 8%), protein 9%, karbohidrat 50%, vitamin khususnya niacin dan vitamin A, beberapa jenis mineral dan asam amino. Jahe dapat merangsang

kelenjar pencernaan, baik untuk membangkitkan nafsu makan dan pencernaan. Minyak atsiri dalam jahe berfungsi untuk memperbaiki pencernaan, perut kembung, menguatkan lambung agar tidak mudah luka atau memecah gas dalam perut sehingga pencernaan menjadi normal kembali serta menambah nafsu makan. Jahe merah bermanfaat dalam proses pencernaan, penyerapan dan metabolisme dalam tubuh. Jahe merah juga memiliki komponen bioaktif berupa minyak atsiri, oleoresin dan gingerol yang mampu memperbaiki produktivitas serta mampu mempengaruhi kualitas produk yang dihasilkan. Minyak atsiri yang terkandung dalam jahe merah membantu kerja enzim pencernaan sehingga laju pakan meningkat. Terangsangnya selaput lendir pada perut besar dan usus oleh minyak atsiri yang dikeluarkan rimpang jahe mengakibatkan lambung menjadi kosong dan ayam akan mengkonsumsi ransum (Setyanto *et al.*, 2012). Witantri *et al.* (2013) menyatakan bahwa penambahan tepung jahe merah pada taraf 0,25% merupakan taraf yang optimal dalam mempengaruhi warna kuning telur yang semakin pucat, hal ini dikarenakan adanya sifat gingerol yang mampu mencegah penggumpalan darah dan mampu menurunkan kadar kolesterol.

2.3.2. Daun sembung (*Blumea balsamifera* L. DC)

Sembung (*Blumea balsamifera* L. DC) termasuk famili *Asteraceae* dan genus *Blumea*. Sembung merupakan jenis tanaman yang tumbuh tegak hingga mencapai empat meter. Batang berkayu lunak, berambut halus, daun tunggal, bentuk daun bundar telur sampai lonjong, ujung daun lancip, pinggir daun bergerigi dan permukaan daun bagian atas berambut agak kasar. Sembung dapat

tumbuh di lokasi dengan sinar matahari penuh atau lokasi yang ternaungi dengan ketinggian daerah maksimum 2.200 meter dpl (Hermawati dan Dewi, 2014). Tanaman sembung sering tumbuh di tepi-tepi sungai, tanah pertanian, tanah berpasir dan pekarangan (Mulyani dan Gunawan, 2002). Penelitian yang dilakukan oleh Sumarsono (2008) diperoleh hasil penggunaan tepung daun sembung pada taraf 2% efektif sebagai pengganti antibiotik yang dicerminkan dengan tingkat kematian yang rendah. Daun sembung memiliki komponen gizi 19,76% protein kasar, 10,26% serat kasar, 3,73% lemak kasar, 1543,98 kkal/kg energi metabolisme, 1,22% kalsium, dan 0,34% fosfor (Sumarsono, 2008). Sembung memiliki kandungan senyawa aktif berupa minyak atsiri 0,5% berupa sineol, borneol, landerol, dan kamper, tanin, saponin, damar, ksantoksilin serta flavonoid berupa flavonoid blumeatin (Mursito, 2002). Kadar tanin yang terdapat dalam daun sembung sebesar 4,96%. Tanin dapat memberikan keuntungan yaitu mempunyai aktivitas antioksidan dan menghambat pertumbuhan tumor. Kurkumoid, minyak atsiri, dan saponin yang terkandung dalam daun sembung menyebabkan peningkatan produksi dan sekresi empedu, meningkatkan partikel padat empedu untuk dikeluarkan, dan melancarkan metabolisme lemak (Dalimartha, 2003).

2.3.3. Daun katuk (*Sauropus androgynus*)

Katuk (*Sauropus androgynus*) merupakan tanaman obat yang termasuk kedalam famili *Euphorbiaceae*. Tanaman katuk tumbuh subur mencapai 2,5 meter dengan daun berbentuk oval dan berwarna hijau tua. Katuk termasuk

tanaman yang rajin berbunga. Bunganya kecil-kecil, berwarna merah gelap sampai kekuningan dengan bintik-bintik merah. Daun katuk mengandung 7% protein, tinggi betakaroten, vitamin C, kalsium, zat besi, dan magnesium. Daun katuk juga memiliki kandungan tanin, saponin, flavonoid dan alkaloid papaverin sehingga sangat potensial sebagai bahan pengobatan alami (Agoes, 2010). Menurut Subekti *et al.* (2006), kandungan kimia yang terdapat pada katuk antara lain protein, lemak, kalsium, fosfat, besi, vitamin A, B, C, steroid, flavonoid dan polifenol. Menurut Kasmirah *et al.* (2013), pemberian tepung daun katuk pada level 5% menurunkan kadar kolesterol itik Mojosari. Pemberian daun katuk cenderung mengurangi pencernaan lemak kasar dan menurunkan akumulasi lemak. Daun katuk memiliki serat kasar yang tinggi, sehingga terdapat kecenderungan *transit time* sangat sebentar dan berdampak pada penurunan penyerapan nutrisi (termasuk lemak dan komponen-komponennya termasuk kolesterol). Senyawa fitosterol pada daun katuk yang mampu menghambat absorpsi kolesterol. Kandungan fitosterol dalam daun katuk berpengaruh pada penurunan kolesterol serum, kuning telur, karkas dan hati puyuh (Wiradimadja *et al.*, 2007).

2.3.4. Kencur (*Kaempferia galanga* L.)

Kencur (*Kaempferia galanga* L.) tergolong familia *Zingiberaceae*. Tanaman kencur termasuk tanaman herbal menahun, pendek dan tidak berbatang, berdaun pendek, lebar dan terhampar menutup permukaan tanah. Tanaman tersebut mampu tumbuh di tanah berpasir, saat musim kemarau daun-daunnya akan mengering dan gugur nampak seperti mati, namun saat musim penghujan

tunasnya akan kembali muncul (Gunawan *et al.*, 1989). Kencur merupakan salah satu tanaman temu-temuan yang banyak digunakan sebagai bahan obat tradisional, dikelompokkan sebagai jenis tanaman empon-empon yang mempunyai daging buah paling lunak dan tidak berserat. Rimpang kencur mempunyai aroma yang spesifik. Daging buah kencur berwarna putih dan kulit luarnya berwarna coklat. Rimpang kencur bermanfaat sebagai obat batuk, perut kembung, mual, masuk angin dan sebagai penambah nafsu makan (Rukmana, 1994). Menurut Wirapati (2008) konsumsi ransum yang optimal terjadi pada penambahan tepung kencur sebanyak 0,6%. Rimpang kencur mengandung pati sebanyak 4,14%, mineral sebanyak 13,73%, dan minyak atsiri sebanyak 0,02% berupa sineol, asam metil kanil dan penta dekaan, *cinnamic acid*, *ethyl ester*, *borneol*, kamphene, paraeumarin, *anisic acid*, alkaloid dan gom (Fauzan, 2008). Berdasarkan hasil uji fitokimia, serbuk kencur kering mengandung alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, dan kuinon (Iswantini *et al.*, 2010). Kencur bermanfaat untuk menambah nafsu makan dan memperlancar aliran darah, hal ini dikarenakan adanya beberapa senyawa aktif saponin dan flavonoid dalam kencur yang berperan pada proses metabolisme (Wirapati, 2008).

2.3.5. Senyawa aktif dalam ramuan tepung JSK2

Kurkuminoid, minyak atsiri, dan saponin yang terkandung dalam tepung daun sembung dapat menurunkan trigliserida plasma ayam broiler dengan cara kolagoga yaitu meningkatkan produksi dan sekresi empedu, meningkatkan partikel padat empedu untuk dikeluarkan, melancarkan metabolisme lemak

sehingga mampu menurunkan trigliserida darah (Dalimartha, 2003). Hati membutuhkan kolesterol dalam memproduksi garam empedu, dan apabila cadangan kolesterol hati tidak memadai, maka hati akan mengirim pesan ke otak dan otak akan mengirim sinyal ke HDL yang ada di hati untuk menjemput kolesterol berupa LDL yang tidak terpakai dan tertimbun di dalam pembuluh darah jaringan untuk dibawa ke hati dan digunakan dalam proses metabolisme di dalam hati (Hartoyo *et al.*, 2005). Saponin dari daun teh dapat menghambat penggabungan kolesterol menjadi misel dan menghambat absorpsinya dalam usus halus (Matsui *et al.*, 2006 dalam Suharti *et al.*, 2008). Mekanisme saponin dalam menurunkan kadar LDL dalam darah dengan cara penurunan sintesis kolesterol dengan menghambat aktivitas enzim hidroksi metilglutaril (HMG-CoA reduktase) dan peningkatan ekskresi asam empedu akibat meningkatnya konversi kolesterol menjadi asam empedu. Saponin berperan dalam meningkatkan pengelupasan sel usus sehingga meningkatkan hilangnya kolesterol di membran sel ke dalam sel yang terkelupas (Afrose *et al.*, 2010 dalam Rahayuningsih dan Nofianti, 2015).

Tanin merupakan senyawa aktif yang bersifat polar. Tanin memiliki fungsi sebagai antioksidan dan mampu menurunkan kadar kolesterol. Mekanisme tanin dalam menurunkan kadar kolesterol yaitu dengan bereaksi bersama protein mukosa dan sel epitel usus sehingga dapat menghambat penyerapan lemak. Tanin dapat menghambat enzim hidroksi metilglutaril (HMG-CoA reduktase) yang berperan mensintesis kolesterol dan asil-koenzim A kolesterol asiltransferase (ACAT) yang merupakan enzim untuk sintesis dan absorpsi kolesterol serta pelepasannya ke dalam darah. Terhambatnya aktivitas enzim HMG-CoA

reduktase akan menurunkan sintesis kolesterol di hati sehingga meningkatkan reseptor LDL pada permukaan hati, dengan demikian, kolesterol LDL darah akan ditarik ke hati sehingga menurunkan kolesterol LDL dan VLDL (Do *et al.*, 2011). Tanin dan saponin mampu menurunkan kadar trigliserida dengan mekanisme yang berbeda, yaitu dengan cara menghambat absorpsi trigliserida dalam usus (Matsui *et al.*, 2006 dalam Widyaningsih, 2011).

Flavonoid merupakan salah satu senyawa fenol terbesar yang banyak terdapat pada jaringan tumbuhan, bermanfaat sebagai antioksidan, antiinflamasi dan antibiotik. Flavonoid mampu mengurangi kepekaan LDL sehingga dapat menurunkan kadar kolesterol total dan trigliserida, serta mampu meningkatkan HDL melalui penghambatan enzim HMG CoA reduktase (Sumardika dan Jawi, 2012). Flavonoid dapat menurunkan kadar trigliserida yang terdapat pada kilomikron melalui mekanisme peningkatan aktivitas enzim lipoprotein lipase (Sudheesh *et al.*, 1997). Peningkatan enzim tersebut menyebabkan lipoprotein VLDL yang mengangkut trigliserida akan mengalami hidrolisis menjadi asam lemak dan gliserol. Asam lemak yang dibebaskan kemudian diserap oleh otot dan jaringan lain yang dioksidasi untuk menghasilkan energi dan oleh jaringan adiposa disimpan sebagai cadangan energi (Marks *et al.*, 2012). Mekanisme penurunan kolesterol LDL oleh flavonoid melalui beberapa faktor yaitu penghambatan absorpsi kolesterol dan peningkatan ekskresi empedu. Flavonoid dapat bertindak sebagai kofaktor enzim kolesterol esterase dan penghambat absorpsi kolesterol makanan melalui penghambatan pembentukan misel sehingga kolesterol mengendap dan penyerapannya dapat ditekan. Penghambatan

pembentukan misel sebagai lemak yang dicerna dan diabsorpsi menyebabkan penurunan kadar kolesterol darah (Olivera *et al.*, 2007 dalam Gropper *et al.*, 2009). Kandungan senyawa aktif yang terdapat pada tanaman obat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain : tempat tumbuh, derajat kematangan, varietas, bagian tanaman yang digunakan dan cara pemanenan (Hernani *et al.*, 1990 dalam Yuliani *et al.*, 2003).

Kandungan senyawa aktif herbal penyusun ramuan tepung JSK2 tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Senyawa Aktif Herbal Penyusun JSK2

Senyawa Aktif	Jahe Merah	Daun Sembung	Daun Katuk	Kencur
Saponin (%)	0,27 ¹⁾	7,08 ³⁾	-	-
Kurkumin (%)	-	-	-	0,01 ²⁾
Minyak Atsiri (%)	0,49 ²⁾	0,50 ³⁾	-	3,35 ²⁾
Gingerol (%)	0,80 ²⁾	-	-	-
Tanin (%)	-	4,96 ³⁾	2,85 ⁴⁾	-
Alkaloid (%)	-	-	0,12 ⁴⁾	-
Flavonoid (%)	0,87 ¹⁾	-	-	-
1) Winarsi (2007)	3) Sumarsono (2008)			
2) Marwandana (2012)	4) Yuniarty (2011)			

2.4. Lemak Darah

Lemak yang digunakan sebagai cadangan energi tidak hanya berasal dari lemak ransum yang dimakan tetapi juga berasal dari konsumsi karbohidrat (Anggorodi, 1985). Lemak terdiri dari trigliserida, fosfolipid, kolesterol dan beberapa lipid lain. Pengangkutan dari maupun ke jaringan dalam bentuk lipoprotein diangkut oleh darah. Oleh karena itu, lemak darah dapat diartikan sebagai komponen nutrisi dalam darah yang diangkut dalam bentuk lipoprotein

(Murray *et al.*, 1999). Menurut Muchtadi *et al.* (1993), lipoprotein merupakan gugus heterogen kompleks antara lemak dan protein yang mengandung trigliserida, kolesterol, fosfolipid, dan protein. Lipoprotein darah unggas berdasarkan berat jenisnya terdiri dari portomikron, *very low density lipoprotein* (VLDL), *low density lipoprotein* (LDL) dan *high density lipoprotein* (HDL) (Murwani, 2010).

2.4.1. Trigliserida

Trigliserida merupakan cadangan energi dalam tubuh, terbentuk dari asam lemak dan gliserol, berasal dari lemak, karbohidrat, dan protein pakan. Trigliserida dibentuk di hati dari lipid atau karbohidrat yang dikonsumsi dan disimpan sebagai lemak di bawah kulit dan di organ-organ lainnya (Baraas, 1993). Menurut Muchtadi *et al.* (1993), trigliserida banyak disimpan di dalam jaringan adiposa dan berfungsi sebagai sumber energi yang utama dalam tubuh. Trigliserida memiliki fungsi utama sebagai cadangan energi karena merupakan bentuk lemak yang efisien dan tidak banyak membutuhkan tempat, serta dapat menghasilkan energi lebih besar dibandingkan karbohidrat atau protein dengan jumlah yang sama (Pilliang dan Djojosoebagio, 2000). Sintesis trigliserida di dalam hati terutama digunakan untuk memproduksi lipoprotein darah, dimana pemenuhan kebutuhan asam lemak dapat berasal dari pakan, dari jaringan adiposa melalui darah atau dari biosintesis hati. Kadar trigliserida yang semakin meningkat akan diikuti oleh menurunnya kadar HDL. Faktor yang mempengaruhi kadar trigliserida darah antara lain status nutrisi, kondisi biologis dan metabolisme

tubuh ternak (Purba *et al.*, 2005 dan Widyaningsih, 2011).

2.4.2. Kolesterol

Kolesterol merupakan sterol terbesar dalam tubuh, merupakan komponen penyusun membran sel dan plasma lipoprotein. Kolesterol di dalam tubuh terutama diperoleh dari hasil sintesis di dalam hati. Bahan bakunya diperoleh dari karbohidrat, protein dan lemak. Jumlah yang disintesis tergantung pada kebutuhan tubuh dan jumlah yang diperoleh dari pakan (Almatsier, 2002). Naber (1979) menyatakan bahwa $\frac{2}{3}$ bagian kolesterol tubuh merupakan kolesterol endogen (berasal dari sintesis di dalam tubuh) dan $\frac{1}{3}$ bagian merupakan kolesterol eksogen yang berasal dari pakan. Kolesterol yang disintesis dalam tubuh diubah menjadi jaringan dan hormon yang kemudian beredar kedalam tubuh melalui darah, sedangkan kolesterol yang kembali ke dalam hati akan diubah menjadi asam empedu dan garamnya (Sitepoe, 1992). Jalur pembuangan kolesterol dalam tubuh adalah melalui konversi oleh hati menjadi asam empedu, selanjutnya masuk ke kantung empedu, bersama dengan kolesterol bebas akan dialirkan melalui saluran empedu ke dalam duodenum. Asam empedu yang tidak diserap didegradasi di dalam usus besar dan akan diekskresikan di dalam ekskreta (Muchtadi *et al.*, 1993). Kolesterol diperlukan tubuh antara lain untuk : (a) sintesis asam/garam empedu yang diperlukan dalam proses pencernaan lemak, (b) untuk sintesis hormon steroid, (c) untuk sintesis vitamin D, dan (d) sebagai komponen membran sel (Solichedi, 2001). Faktor yang mempengaruhi kadar kolesterol antara lain lemak pakan, protein pakan, karbohidrat pakan, kolesterol

pakan, dan biosintesis kolesterol (Carlson *et al.*, 1978).

2.4.3. *High density lipoprotein*

High density lipoprotein (HDL) merupakan lipoprotein yang paling berperan dalam metabolisme kolesterol. HDL berperan mengumpulkan kelebihan kolesterol dari jaringan tubuh dan mengembalikannya ke hati kemudian mengeluarkannya bersama garam empedu. HDL mengeluarkan kolesterol bebas dari jaringan dan kemudian diangkut ke dalam hati untuk diubah menjadi asam empedu, proses ini dikenal sebagai pengangkutan balik kolesterol (*reverse cholesterol transport*) (Solichedi, 2001). HDL sering disebut kolesterol “baik” karena mampu menurunkan kadar kolesterol jahat LDL melalui sekresi kolesterol didalam darah bersama-sama dengan asam empedu (Rosadi *et al.*, 2013). HDL dapat melewati sel endotel vaskular dan masuk ke dalam intima untuk mengangkut kembali kolesterol yang terkumpul dalam makrofag, disamping itu HDL juga mempunyai sifat antioksidan sehingga dapat mencegah terjadinya oksidasi LDL. Rendahnya kadar HDL di dalam darah akan meningkatkan resiko aterosklerosis dan penyakit jantung koroner (Suryo *et al.*, 2012). Tingginya HDL darah yang menyebabkan cepat terangkutnya kolesterol menuju hati merupakan indikasi rendahnya kadar kolesterol darah (Kusnadi, 2009).

2.4.4. *Low density lipoprotein*

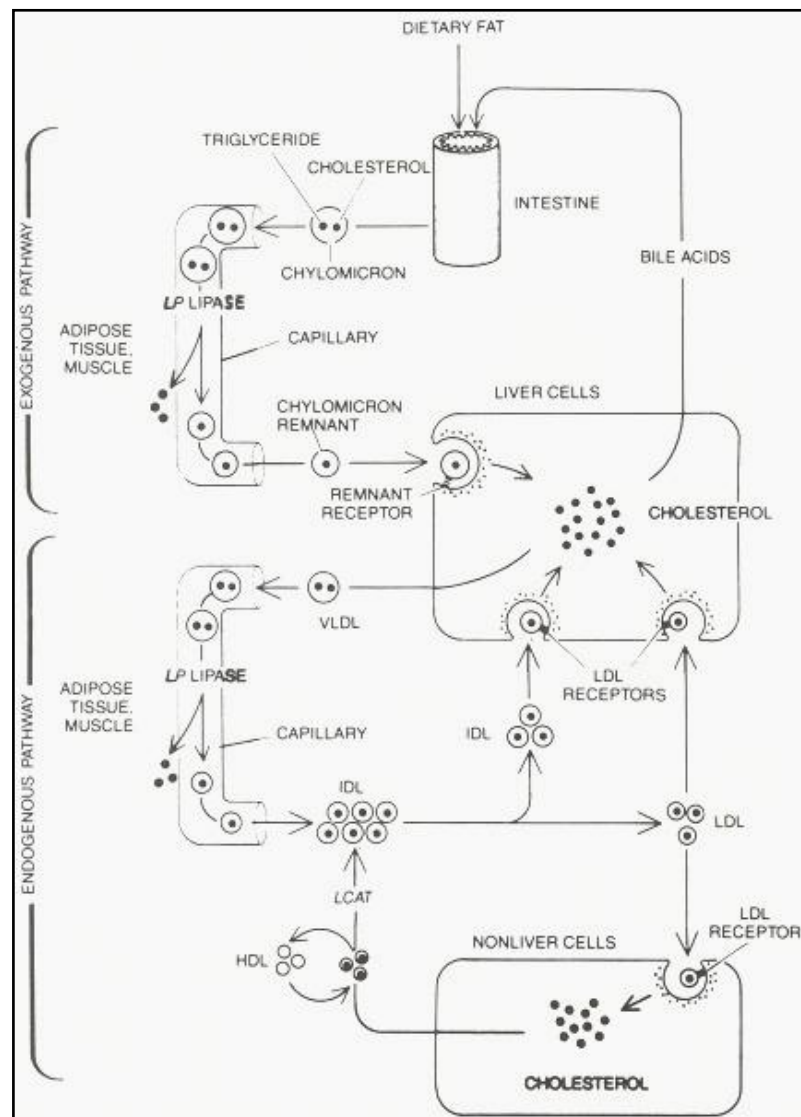
Low density lipoprotein (LDL) merupakan lipoprotein yang paling banyak mengandung kolesterol, dan merupakan pengirim kolesterol utama dalam darah.

LDL berfungsi sebagai pengirim kolesterol ke jaringan ekstra-hepatik, seperti sel korteks adrenal, ginjal, otot dan limfosit. Sel-sel tubuh memerlukan kolesterol untuk tumbuh dan berkembang, dan sel-sel ini memperoleh kolesterol dari LDL. Kolesterol yang dapat diserap mempunyai batas tertentu, untuk itu sel mengurangi pembentukan reseptor LDL, sehingga kolesterol dalam darah naik, dan terjadi penumpukan kolesterol pada dinding arteri (Iriyanti *et al.*, 2005). LDL terbentuk dalam plasma selama katabolisme *very low density lipoprotein* (VLDL), namun terdapat kemungkinan bahwa beberapa LDL disekresikan langsung oleh hati akibat ransum yang mengandung kolesterol dalam jumlah yang berlebihan. VLDL yang disekresikan dalam darah, selanjutnya dikatabolis oleh lipase lipoprotein, dan sisa lipoprotein diubah menjadi LDL yang kaya kolesterol (Montgomery *et al.*, 1993). Mekanisme pengambilan LDL dari plasma darah oleh hati dan jaringan ekstrahepatik dengan perantara reseptor LDL. Sel-sel pada jaringan ekstrahepatik yang membutuhkan kolesterol membuat reseptor berupa protein untuk LDL yang muncul di permukaan membran sel, LDL menempel pada reseptor tersebut dan masuk ke dalam sel melalui endositosis. Kolesterol kemudian dilepas dalam bentuk bebas untuk digunakan oleh sel (Murray *et al.*, 1999). LDL dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain kandungan nutrisi pakan yang diberikan khususnya lemak, lingkungan dan genetik ayam (Sukaryana dan Priabudiman, 2014).

2.4.5. Transpor lemak

Walker *et al.* (1990) menerangkan bahwa lemak dalam darah diangkut

dengan dua cara yaitu melalui jalur eksogen dan jalur endogen. Proses pengangkutan lemak dalam darah disajikan pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Bagan Transpor Lemak dalam Darah (Walker *et al.*, 1990)

2.4.5.1. Jalur eksogen. Ransum pakan yang mengandung nutrisi (karbohidrat, lemak dan protein) mengalami proses pencernaan di saluran pencernaan. Hasil pencernaan yang berupa monomer trigliserida dan kolesterol di

lumen usus halus, setelah memasuki enterosit disatukan dan dikemas dalam bentuk partikel besar lipoprotein, yang disebut portomikron (Murwani, 2010). Portomikron merupakan lipoprotein yang diproduksi oleh enterosit. Triglisierida dalam portomikron mengalami penguraian oleh enzim lipoprotein lipase, sehingga terbentuk asam lemak bebas dan sisa portomikron. Asam lemak bebas akan menembus jaringan adiposa atau sel otot untuk disimpan sebagai cadangan energi (Brown dan Goldstein, 1984). Sisa portomikron akan dimetabolisme dalam hati sehingga menghasilkan kolesterol bebas. Sebagian kolesterol yang mencapai organ hati diubah menjadi garam empedu yang akan dikeluarkan menuju usus, berfungsi untuk membantu proses penyerapan lemak dari pakan. Garam empedu terbentuk dari asam empedu yang berikatan dengan kolesterol dan protein. Sebagian lagi dari kolesterol dikeluarkan melalui saluran empedu tanpa dimetabolisme menjadi asam empedu kemudian organ hati akan mendistribusikan kolesterol ke jaringan tubuh lainnya melalui jalur endogen (Smaolin dan Grosvenor, 1997).

2.4.5.2. Jalur endogen. *Very low density lipoprotein* (VLDL) yang disintesis di hati, kaya akan triglisierida dan *high density lipoprotein* (HDL). VLDL kemudian disekresikan ke dalam darah. Triglisierida yang terdapat dalam VLDL berasal dari sintesis *de novo* (sintesis baru/endogen) di hati dan sebagian berasal dari pakan (Murwani, 2010). Ransum pakan yang mengandung karbohidrat, lemak dan protein merupakan sumber Acetyl-CoA yang digunakan sebagai bahan baku sintesis *de novo* triglisierida di hati. Triglisierida dalam VLDL dan portomikron yang akan digunakan oleh jaringan dipecah terlebih dahulu oleh

enzim lipoprotein lipase yang terdapat pada sel dinding kapiler darah. Enzim lipoprotein lipase memecah trigliserida menjadi asam lemak dan gliserol, yang selanjutnya dapat digunakan sebagai sumber energi oleh sel atau disatukan kembali dalam sel atau jaringan adiposa. Interaksi partikel VLDL dengan enzim lipoprotein lipase menghasilkan *intermediate density lipoprotein* (IDL). Setengah partikel IDL akan diambil oleh sel-sel hati dan sisanya mengalami transformasi menjadi *low density lipoprotein* (LDL) yang kaya kolesterol melalui serangkaian proses (Walker *et al.*, 1990). 3/4 bagian dari kolesterol total dalam plasma mengandung partikel LDL (Smaolin dan Grosvenor, 1997). LDL yang berasal dari pemecahan IDL (sebelumnya berbentuk VLDL) merupakan pengirim kolesterol yang utama ke sel-sel tubuh. Kolesterol yang keluar dari sel-sel akan terikat pada *high density lipoprotein* (HDL) dan diesterifikasi oleh enzim *lecithin cholesterol acyl transferase* (LCAT). Enzim LCAT menyebabkan kolesterol berikatan dengan asam lemak, kemudian ester-ester tersebut dialihkan ke IDL, LDL, dan kemudian diambil kembali oleh sel-sel hati. Kolesterol berlebih dari dalam sel akan dibawa oleh HDL untuk dibuang (Brown dan Goldstein, 1984).