

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Ayam Broiler**

Ayam broiler merupakan salah satu jenis ternak yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia. Ayam tersebut dihasilkan dari bangsa ayam tipe berat *cornish*, bangsa ayam ini berbulu putih dan seleksi diteruskan hingga dihasilkan ayam broiler seperti sekarang (Amrullah, 2004). Ayam broiler merupakan ayam-ayam muda jantan atau betina yang umumnya dipanen pada umur sekitar 4-5 minggu dengan bobot badan antara 1,2-1,9 kg/ekor yang bertujuan sebagai sumber daging (Kartasudjana, 2005).

Ayam broiler memiliki banyak keunggulan diantaranya pertumbuhannya cepat, pemeliharaan relatif mudah serta dapat dipanen dalam usia 4-6 minggu. Ayam broiler dapat menghasilkan bobot tubuh lebih dari satu kilogram dalam jangka waktu pemeliharaan kurang dari 30 hari (Baye dkk., 2015). Produktivitas ayam broiler dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu genetik, pakan serta lingkungan. Pemberian pakan yang baik serta manajemen pemeliharaan yang baik dapat menghasilkan penampilan produksi yang optimal (Ketaren, 2010).

#### **2.2. Pakan Ayam Broiler**

Ransum merupakan campuran dua bahan pakan atau lebih yang mengandung nutrisi yang dibutuhkan ternak untuk hidup pokok, produksi dan reproduksi selama 24 jam (Suprijatna dkk., 2008). Pakan yang baik berasal dari

campuran bahan pakan yang baik, mengandung gizi yang dibutuhkan unggas, bersih, tidak berjamur, tidak basi, relatif murah, dan mempunyai palatabilitas yang tinggi (Ketaren, 2010). Kebutuhan gizi setiap unggas berbeda, sesuai dengan jenis unggas, bangsa, umur, fase produksi, dan jenis kelamin oleh karena itu pakan yang dibuat harus memenuhi kebutuhan ternak unggas, persyaratan kebutuhan nutrisi untuk pakan ayam pedaging menurut NRC, 1994 disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kebutuhan Gizi Ayam Pedaging

Gizi	<i>Starter</i> (0 – 3 Minggu)	<i>Finisher</i> (3 – 6 minggu)
Energi (Kkal EM/kg)	3.200	3.200
Kadar Air (%)	10,00	10,00
Protein (%)	23,00	20,00
Lisin (%)	1,00	1,00
Metionin (%)	0,50	0,38
Metionin + Sistin (%)	0,90	0,72
Ca (%)	1,00	0,90
P tersedia (%)	0,45	0,35
P total (%)	0,60 – 1,00	0,60 – 1,00

Sumber : National Research Council (1994)

## 2.2. Penggunaan *Antibiotic Growth Promoters* (AGPs) pada Budidaya Ayam Broiler

Penggunaan antibiotik pada ternak banyak diterapkan untuk pencegahan atau pengobatan terhadap penyakit. Antibiotik juga umum dipakai untuk pakan imbuhan sebagai pemacu pertumbuhan untuk meningkatkan kinerja ternak (Haryati, 2011). Pada umumnya penggunaan antibiotik dalam dosis rendah dapat menimbulkan pengaruh dalam memacu pertumbuhan ternak, untuk pencegahan penyakit dan meningkatkan performa kesehatan saluran pencernaan, sedangkan antibiotik dengan konsentrasi tinggi digunakan untuk pengobatan penyakit

(Putriani dkk., 2012). Mekanisme kerja antibiotik dalam meningkatkan pertumbuhan dan meningkatkan status kesehatan ayam broiler belum diketahui secara pasti, akan tetapi penggunaan antibiotik telah terbukti merangsang pertumbuhan, memperbaiki efisiensi pakan dan menekan tingkat kematian, serta menyeimbangkan/mengurangi populasi bakteri patogen yang ada di dalam saluran pencernaan (Fairchild dkk., 2001; Beski dan Al-Sardary, 2015).

Pada tahun 1969, dilaporkan dampak akibat penggunaan antibiotik dalam pakan yaitu dapat menyebabkan resistensi bakteri pada manusia dan hewan, terutama jika kandungan residunya dalam produk ternak tinggi. Sampai saat ini ransum ternak umumnya masih mengandung antibiotik, akan tetapi dengan alasan masalah resistensi yang akan berakibat buruk bagi kesehatan, mulai 1 Januari 2006 Uni Eropa memutuskan untuk melarang penggunaan antibiotik sebagai pakan imbuhan (Al-Saad dkk., 2014). Mengingat akan dampak negatif yang ditimbulkan dari penggunaan AGPs maka perlu dicari produk alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti antibiotik pada ternak. Salah satu alternatifnya yaitu prebiotik. Prebiotik merupakan suatu bahan makanan yang tidak dapat dicerna dan mempunyai pengaruh yang menguntungkan pada inang melalui stimulasi pertumbuhan dan atau aktivitas secara selektif terhadap satu atau beberapa jenis mikroba menguntungkan dalam pencernaan (Haryati, 2011).

### **2.3. Prebiotik**

Secara umum prebiotik merupakan suatu bahan makanan yang tidak dapat dicerna dan mempunyai pengaruh yang menguntungkan pada inang melalui

stimulasi pertumbuhan dan aktivitas secara selektif terhadap satu atau beberapa jenis mikroba menguntungkan dalam pencernaan, serta dapat merubah ekosistem mikroba pencernaan sehingga berpengaruh terhadap kesehatan dan kinerja inang (Haryati, 2011). Antarini (2011) menyatakan bahwa karakteristik utama dari prebiotik adalah tahan terhadap enzim pencernaan dalam usus, tetapi difermentasi oleh koloni mikroflora dan bifidogenik, serta efek dari pH rendah. Prebiotik juga dapat menekan pertumbuhan bakteri patogen sehingga secara sistemik dapat meningkatkan kesehatan inangnya. Prebiotik golongan *non-digestible* karbohidrat termasuk laktulosa, inulin, *resistant starch*, sejumlah di-oligo-polisakarida yang dapat menjadi sumber karbohidrat atau energi bagi bakteri yang menguntungkan dalam saluran pencernaan (Hadebe, 2016). Prebiotik dapat dihasilkan melalui beberapa cara yaitu dari ekstraksi senyawa dari tumbuhan, sintesis mikrobiologikal atau sintesis enzimatik, dan proses hidrolisis enzimatik dari polisakarida (Gupta dkk., 2017).

#### **2.4. *Spirulina platensis***

*Spirulina platensis* (*S. platensis*) merupakan makhluk hidup autotrof berwarna kehijauan, kebiruan, dengan sel berkolom membentuk filamen terpilin menyerupai spiral (helix) sehingga disebut juga alga biru hijau berfilamen (*Cyanobacterium*) (Hariyati, 2008). *Spirulina platensis* berfotosintesis dengan memanfaatkan energi cahaya matahari untuk mengubah senyawa anorganik menjadi organik yang berguna untuk pertumbuhannya (Endrawati dkk., 2012). *Spirulina platensis* banyak ditemukan di daerah berair seperti rawa, sungai, daerah

berair payau, serta air laut dan dapat hidup di wilayah dengan kondisi lingkungan yang ekstrim (Richmond, 2004).

*Spirulina platensis* telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan pangan sejak jaman dahulu dan sampai saat ini mikroalga masih digunakan oleh masyarakat sebagai sumber protein, vitamin, dan mineral, dan lebih dikenal sebagai pangan fungsional. Dibandingkan dengan protein bersel tunggal yang bersumber dari mamalia, *S.platensis* lebih unggul dibidang efisiensi dan kemudahan dalam produksinya (Nur, 2014). Dibandingkan dengan *yeast* maupun *fungi*, mikroalga ini memiliki keunggulan pada aspek keamanannya apabila dikonsumsi pada batas tertentu hal ini dikarenakan *S.platensis* mengandung bahan beracun dosis kecil yaitu *hepatotoxin* berupa *microcystin* yang jika dikonsumsi dalam konsentrasi berlebih maka akan berbahaya bagi tubuh manusia maupun hewan (Christawardana dan Hadiyanto, 2013). *Microcystin* merupakan jenis peptida siklik nonribosomal yang terkandung pada semua *Cyanobacteria* yang dapat menyebabkan kerusakan hati (Butler dkk., 2009; Drobac dkk., 2013).

*Spirulina platensis* kaya akan nutrisi baik itu protein, karbohidrat maupun lemaknya. Kandungan protein *S. platensis* adalah 46-70%, sekitar 85-95% dari protein tersebut dapat dicerna dengan baik, sedangkan lemaknya cukup rendah yaitu 1,5- 12% (Utomo dkk., 2005). Tingginya kandungan nutrisi menjadikan *S. platensis* sangat berpotensi sebagai sumber gizi bagi makhluk hidup baik manusia atau pun hewan ternak maupun digunakan sebagai bahan makanan kesehatan (Hariyati, 2008). Kandungan Nutrisi *S. platensis* yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Nutrisi *S. platensis*

Nutrisi	Kandungan Nutrisi
	------(%)-----
Bahan Kering	91,75
Protein Kasar	52,37
Lemak Kasar	0,63
Serat Kasar	34,17
Abu	11,29
BETN	12,83

Keterangan: Hasil Analisis di Laboratorium Ilmu Nutrisi dan Pakan, Universitas Diponegoro.

*Spirulina platensis* mengandung 5 zat gizi utama, yaitu: karbohidrat, protein, lemak (gama linoleat, omega 3, 6, dan 9), vitamin (B-kompleks, E), mineral (Fe, Ca, K), serta pigmen alami (beta karoten, klorofil, xantofil, fikosianin). Kandungan nutrient tersebut menunjukkan bahwa *S. platensis* dapat berfungsi sebagai antioksidan (mencegah kanker dan radikal bebas), meningkatkan sistem imunitas tubuh (daya tahan terhadap fluktuasi lingkungan dan serangan penyakit), serta merendahkan kolesterol (Budiardi dkk., 2010). Berbagai penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penggunaan mikroalga sebagai *feed additive* berefek positif terhadap fisiologis ternak, seperti menaikkan respon imun, kontrol berat badan yang baik, serta sebagai sumber vitamin, mineral dan sumber asam lemak esensial bagi ternak (Spolaore dkk., 2006).

## 2.5. Potensi *S. platensis* sebagai Prebiotik

Pakan imbuhan merupakan suatu zat atau bahan yang ditambahkan ke dalam ransum atau pakan ternak dengan tujuan dan dosis tertentu, sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan kesehatan serta proses pemanfaatan nutrien

dalam pakan oleh ternak (Sinurat dkk., 2002). Pemanfaatan mikroalga sebagai bahan utama prebiotik saat ini sekitar lebih dari 50% dan 30% mikroalga sudah digunakan sebagai pakan ternak (Spolaore dkk., 2006).

*S. platensis* mengandung oligosakarida berupa *rhamnose*, *mannose*, serta menghasilkan *extracellular carbohydrates/exopolysaccharides* (EPS) dan substansi pertumbuhan lainnya yang memungkinkan menstimulasi pertumbuhan dari *Lactobacillus* dan bakteri asam laktat lainnya (Gupta dkk., 2017). Kaoud (2012) melaporkan bahwa penggunaan *S. platensis* dalam ransum ayam broiler dapat menghasilkan penampilan produksi yang lebih baik dari pada kontrol dan perlakuan dengan prebiotik komersil. Jamil dkk. (2015) menyatakan bahwa *S. platensis* dapat digunakan sebagai suplemen alternatif yang aman dan menyehatkan dalam produksi broiler.

## **2.6. Darah**

Darah merupakan suatu komponen penting dalam tubuh yang berperan dalam proses-proses fisiologis dan mempengaruhi dalam metabolisme yang terjadi dalam tubuh. Darah terdiri dari sel-sel yang terdapat dalam plasma. Sel darah terdiri dari 3 macam, yaitu sel darah merah (*erythrocyte*), sel darah putih (*leukocyte*) dan kepingan darah (*thrombocytes* atau *platelets*) (Dellman dan Brown, 1992; Gunawan, 2011). Gambaran darah merupakan salah satu parameter dari status kesehatan hewan karena darah mempunyai fungsi penting dalam pengaturan fisiologis tubuh. Fungsi darah secara umum berkaitan dengan transportasi komponen di dalam tubuh seperti nutrisi, oksigen, karbon dioksida,

metabolit, hormon, panas, dan imun tubuh sedangkan fungsi tambahan dari darah berkaitan dengan keseimbangan cairan dan pH tubuh (Iriyanti dan Suhermiyati, 2015).

Fungsi darah menurut Rastogi (2007) yaitu: 1). Membawa nutrien yang telah diserap saluran pencernaan menuju ke berbagai jaringan tubuh, 2). Membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh, 3). Membawa karbon dioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru, 4). Membawa produk buangan dari berbagai jaringan menuju ginjal untuk diekskresikan, 5). Berperan penting dalam pengendalian suhu dengan cara mendistribusikan panas ke seluruh bagian tubuh, 6). Memiliki kapasitas buffer yang menjaga keseimbangan asam-basa tubuh agar tetap normal, 7). Mencegah terjadinya kehilangan darah yang berlebih sewaktu terluka melalui kerja trombosit darah, 8). Menjaga keseimbangan air tubuh dengan menukarkan air antara darah dengan cairan jaringan, 9). Memberi perlindungan bagi tubuh melawan infeksi dan antibodi, 10). Membawa hormon untuk didistribusikan ke berbagai bagian tubuh, 11). Berperan untuk suplai metabolit kimia dan esensial.

Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah komponen darah antara lain kondisi lingkungan, umur dan kandungan nutrisi pakan (Addas dkk., 2012; Etim dkk., 2014; Purnomo dkk., 2016).

### **2.6.1. Sel Darah Merah (Eritrosit)**

Fungsi eritrosit secara umum berkaitan dengan fungsi hemoglobin yaitu berperan dalam pertukaran gas dan distribusi oksigen kedalam sel, yang



diperlukan oleh sel untuk proses metabolisme (Yuniwati, 2015). Eritrosit normal memiliki bentuk seperti cakram bikonkaf dengan ukuran sekitar 7,5  $\mu\text{m}$  (Budiman, 2007). Jumlah eritrosit normal pada ayam broiler yaitu berkisar antara 2,0 – 3,0 juta/ $\mu\text{l}$  (Mangkoewidjojo dan Smith, 1988; Iriyanti dan Suhermiyati, 2015). Jumlah eritrosit merupakan indikator produksi dan kualitas sel eritrosit, sehingga jumlah sel eritrosit digunakan untuk diagnosis, pengobatan dan prognosis. Secara klinis, penurunan jumlah eritrosit akan berakibat pada penurunan hemoglobin dan menyebabkan terjadinya anemia (Yuniwati, 2015).

Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi profil darah merah di dalam tubuh ayam broiler, antara lain umur, jenis kelamin dan status nutrisi. Jumlah nutrisi khususnya energi dan protein memiliki peran penting dalam proses *eritropoesis* (pembentukan eritrosit) sehingga berpengaruh pada total eritrosit di dalam darah (Hidayat dkk., 2016). Eritrosit merupakan produk proses eritropoesis, yang terjadi dalam sumsum tulang panjang (*medula osseum rubrum*). *Eritropoesis* membutuhkan bahan dasar protein, glukosa, dan berbagai aktivator. Beberapa aktivator e *eritropoesis* adalah mikromineral Cu, Fe, dan Zn. Unsur Cu, Fe, dan Zn berperan dalam memetabolisme protein, Fe berperan dalam pembentukan senyawa heme dan Zn berperan dalam pembentukan protein pada umumnya (Praseno, 2005).

Eritrosit merupakan indikator status fisiologis dan kecukupan nutrisi dalam tubuh (Sugiharto dkk., 2016). Hal tersebut dikarenakan eritrosit mengandung hemoglobin yang membawa  $\text{O}_2$  yang jumlahnya sejalan dengan tinggi rendahnya nutrisi yang diserap oleh tubuh untuk proses metabolisme.

Penyerapan nutrisi oleh tubuh sangat bergantung oleh kinerja dan keseimbangan dari mikroflora saluran pencernaan. Penggunaan *Antibiotic Growth Promoters* (AGPs), probiotik dan prebiotik selain dapat memacu pertumbuhan juga dapat digunakan untuk meningkatkan keseimbangan mikroflora dalam usus, sehingga penyerapan nutrisi menjadi optimal, hal tersebut berhubungan langsung dengan *eritropoesis* (Haryati, 2011). *S. platensis* mengandung protein yang cukup tinggi dan mineral berupa Fe, Cu, dan Zn yang berperan dalam sintesis eritrosit (Jamil dkk., 2015).

### **2.6.2. Hemoglobin**

Hemoglobin (Hb) merupakan pigmen merah yang terdapat dalam sel darah merah dan mengandung oksigen, hemoglobin berperan dalam pertukaran gas dan distribusi oksigen ke dalam sel, yang diperlukan oleh sel untuk proses metabolisme (Yuniwati, 2015). Hemoglobin diproduksi oleh sel darah merah yang disintesis dari asam asetat (*acetic acid*) dan *glycine* yang menghasilkan *porphyrin*. *Porphyrin* dikombinasikan dengan besi menghasilkan satu molekul heme. Empat molekul heme dikombinasikan dengan molekul globin yang merupakan protein globular yang terdiri dari empat rantai asam-asam amino membentuk hemoglobin (Rosmalawati, 2008). Dari segi kimia, Frandson (1992); Budiman (2007) menyatakan bahwa hemoglobin adalah senyawa organik kompleks yang terdiri atas empat pigmen porfirin merah (heme) yang merupakan suatu derivat porfirin yang mengandung besi ditambah globin yang merupakan protein globular yang terdiri dari empat rantai asam amino.

Hemoglobin merupakan petunjuk kecukupan oksigen yang diangkut. Penurunan kadar hemoglobin terjadi karena adanya gangguan pembentukan eritrosit atau disebut juga *eritropoesis* (Swenson, 1984). Kadar hemoglobin normal pada ayam pedaging umur starter-growing yaitu 5,78 – 9,30 g/dl dan growing-finisher adalah 7,0 – 13,0 g/dl dan menunjukkan bahwa ayam dalam kondisi normal dan sehat (Jain, 1993; Iriyanti dan Suhermiyati, 2015). Faktor yang dapat mempengaruhi kadar Hb dalam darah adalah umur dan status nutrisi (EM dan PK), semakin bertambahnya umur akan diikuti dengan bertambahnya kadar Hb, karena konsumsi (nutrisi dan O<sub>2</sub>) akan meningkat sehingga proses pembentukan Hb dan eritrosit tidak terganggu (Napirah dkk., 2013). Kadar hemoglobin dalam darah berkorelasi positif dengan tinggi rendahnya nutrisi yang diserap oleh tubuh. Penyerapan nutrisi oleh tubuh sendiri sangat bergantung pada kesehatan ternak, kemampuan ternak dalam mencerna pakan, kondisi saluran pencernaan, serta keseimbangan mikroflora yang ada di dalam saluran pencernaan (usus). Banyak studi yang telah dilakukan dan membuktikan bahwa antibiotik dan prebiotik khususnya *S. platensis* dapat meningkatkan keseimbangan mikroflora. Jamil dkk. (2015) melaporkan bahwa *S. platensis* yang diberikan pada ayam broiler dapat menstimulasi populasi bakteri asam laktat (BAL) dan meningkatkan keseimbangan bakteri menguntungkan dalam saluran pencernaan, sehingga penyerapan nutrisi berjalan dengan optimal, selain itu, *S. platensis* juga kaya akan mineral seperti Fe, Cu dan Zn yang telah diketahui berperan penting dalam pembentukan eritrosit dan hemoglobin untuk mencegah terjadinya anemia serta dapat meningkatkan proses metabolisme ternak.

### 2.6.3. Hematokrit

Hematokrit atau PCV (Packed Cell Volume) merupakan persentase darah merah dalam 100ml darah. Kadar PCV normal pada ayam berkisar antara 22 - 35% (Weiss dan Wardrop, 2010; Shituu dkk., 2016; Nurwahyuni, 2016). Beberapa faktor yang mempengaruhi persentase hematokrit darah antara lain: kadar eritrosit, trombosit, kadar leukosit (Iriyanti dan Suhermiyati, 2015). Tinggi rendahnya konsentrasi hematokrit berkorelasi positif dengan eritrosit dan kadar hemoglobin. Substrat seperti protein, mineral akan sangat mempengaruhi pada proses pembentukan eritrosit (Jamil dkk., 2015). Penyerapan nutrisi akan sangat mempengaruhi konsentrasi hematokrit yang ada di dalam darah, penyerapan nutrisi sendiri sangat bergantung pada kondisi saluran pencernaan terutama usus dan keseimbangan mikroflora di dalamnya, penggunaan bahan yang berfungsi meningkatkan keseimbangan mikroflora dalam saluran pencernaan seperti antibiotik, probiotik, serta prebiotik diduga mampu menjaga dan memperbaiki profil darah merah ternak (Alonge dkk., 2017).

Persentase hematokrit juga dipengaruhi oleh temperatur lingkungan yang dapat bertambah jika terjadi keadaan *hipoksia* atau *polisitemia* (jumlah sel-sel darah merah dalam tubuh meningkat), sehingga jumlah eritrosit lebih banyak dibandingkan dengan jumlah normal (Ginting, 2008). Kadar hematokrit akan meningkat saat terjadinya peningkatan hemokonsentrasi, baik oleh peningkatan kadar sel darah atau penurunan kadar plasma darah (Sutedjo, 2007). Peningkatan persentase hematokrit mengindikasikan adanya dehidrasi, pendarahan atau edema akibat adanya pengeluaran cairan dari pembuluh darah. Peningkatan persentase

hematokrit memiliki manfaat yang terbatas karena dapat menaikkan viskositas (kekentalan) darah yang akan memperlambat aliran darah pada kapiler dan meningkatkan kerja jantung (Chunningham, 2002). Penurunan nilai hematokrit dapat dijumpai pada kondisi anemia atau akibat kekurangan sel darah (Wientarsih dkk., 2013). Kadar hematokrit akan menurun ketika terjadi penurunan hemokonsentrasi, karena penurunan kadar seluler darah atau peningkatan kadar plasma darah (Sutedjo, 2007). Penurunan nilai hematokrit dapat disebabkan oleh kerusakan eritrosit, penurunan produksi eritrosit atau dipengaruhi oleh jumlah dan ukuran eritrosit (Coles, 1982; Wardhana *et.al.*, 2001).

#### **2.6.4. Nilai Indeks Eritrosit**

Indeks eritrosit merupakan bagian pemeriksaan laboratorium hitung darah lengkap yang memberikan keterangan mengenai ukuran rata-rata eritrosit dan mengenai banyaknya hemoglobin (Hb) per eritrosit. Perhitungan nilai indeks eritrosit dapat diperoleh dari perhitungan eritrosit, hemoglobin maupun hematokrit. Penentuan nilai indeks eritrosit ini penting digunakan untuk mengetahui keadaan anemia (Ulupi & Ihwantoro, 2014). Nilai indeks eritrosit sangat dipengaruhi oleh total eritrosit, kadar hemoglobin, serta persentase hematokrit. Penggunaan prebiotik atau probiotik dapat memperbaiki profil darah merah ayam broiler, dengan cara meningkatkan keseimbangan mikroba saluran pencernaan sehingga penyerapan nutrisi menjadi optimal dan proses *eritropoesis* menjadi lebih baik, hal tersebut berhubungan langsung dengan nilai indeks eritrosit (Das dkk., 2016). Jamil dkk. (2015) melaporkan bahwa *S. platenisis*

mengandung protein yang tinggi, serta mineral berupa Fe, Cu dan Zn yang dapat mencegah terjadinya anemia.

Ketidaknormalan nilai *mean corpuscular volume* (MCV), *mean corpuscular haemoglobin* (MCH) dan *mean corpuscular haemoglobin concentration* (MCHC) menunjukkan indikasi adanya anemia yang dapat dipicu oleh kekurangan zat besi, keracunan timbal, kekurangan hormon eritropoietin, kekurangan folat atau kekurangan vitamin B-12 (Fitrohdin dkk., 2014).

*Mean corpuscular volume* (MCV) merupakan volume eritrosit rata-rata yang ada di dalam darah. Peningkatan jumlah MCV di atas normal merupakan gejala anemia makrositik, sedangkan nilai MCV yang lebih rendah dari normal mengindikasikan adanya anemia akibat defisiensi Fe, *thalasemia* dan anemia sekunder (Rosmalawati, 2008). Kisaran nilai MCV normal pada ayam yaitu 90 – 140fl (Jain, 1993; Ulupi dan Ihwantoro, 2014).

*Mean corpuscular haemoglobin* (MCH) merupakan ukuran massa hemoglobin dalam eritrosit. Kisaran nilai MCV normal pada ayam yaitu 33 – 47 pg (Jain, 1993; Ulupi dan Ihwantoro, 2014). Eritrosoit yang besar (makrositik) biasanya memiliki nilai MCH yang tinggi dan sebaliknya eritrosit yang kecil memiliki nilai MCH yang rendah. (Bashar dkk., 2010).

*Mean corpuscular haemoglobin concentration* (MCHC) merupakan nilai yang menunjukkan konsentarsi hemoglobin dalam eritrosit. Nilai MCHC penting dalam pemeriksaan klinis, karena menunjukkan cukup atau tidaknya hemoglobin yang terbentuk dalam sel sarah merah. Kisaran nilai MCHC normal pada ayam yaitu 26 – 37% (Jain, 1993; Ulupi dan Ihwantoro, 2014). Nilai MCV, MCH, dan

MCHC dipengaruhi oleh jumlah eritrosit, kadar hemoglobin, dan jumlah hematokrit (Fitrohdin dkk., 2014).