

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. *Probiotik*

#### 1. Pengertian *Probiotik* yang Berasal dari Mikroba Lokal

*Probiotik* merupakan mikroorganisme hidup yang diaplikasikan secara oral dengan tujuan untuk meningkatkan kesehatan ternak dengan cara memanipulasi komposisi bakteri yang ada dalam saluran pencernaan ternak. Alternatif penggunaan *probiotik* yang dilakukan oleh para peternak disebabkan oleh beberapa negara telah melakukan pelarangan penggunaan antibiotika sebagai *growth promotor* serta kecenderungan terjadinya resistensi bakteri-bakteri patogen terhadap antibiotika tertentu (Fuller, 1992).

Sumber *probiotik* dapat berupa bakteri atau kapang yang berasal dari mikroorganisme saluran pencernaan hewan. Beberapa bakteri yang telah digunakan sebagai *probiotik* yaitu *Lactobacillus* dan *B. subtilis*, sedangkan kapang atau jamur yang dipergunakan sebagai *probiotik* adalah *S. cerevisiae* dan *A. oryzae* (Irianto, 2004). *Probiotik* tidak menimbulkan residu, *probiotik* tidak diserap oleh saluran pencernaan inang, dan tidak menyebabkan mutasi pada mikroorganisme yang lain (Irianto, 2004).

Mikroba yang digunakan sebagai *probiotik* yaitu *Bacillus sp*, *Lactobacillus*, *Aspergillus sp*, *Penicillium sp*, *Geotricum sp*, dan *yeast (S. cerevisiae)*. Pengujian karakteristik mikroba tersebut diketahui ada yang menghasilkan enzim-enzim ekstraseluler seperti *amilase*, *selulase*, *lipase*, dan *selulase*. Seperti diketahui bahwa mikroba tersebut dapat menurunkan populasi bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella sp* (Sumardi *et al.*, 2010<sup>b</sup>). Di samping itu juga ada yang menghasilkan antimikroba. Kemampuan karakteristik tersebut apabila digabungkan akan mendatangkan keuntungan yakni mikroba patogen yang akan menyerang pada usus ayam kampung (Sumardi *et al.*, 2010<sup>a</sup>).

Mikroba lokal yaitu mikroba hidup yang berasal dari ayam kampung. Keberadaan mikroba dari pencernaan ayam kampung dapat dijadikan peluang untuk digunakan sebagai *probiotik* (Sumardi, 2008). Ayam kampung mempunyai beberapa kelebihan seperti mudah menyesuaikan diri dengan lingkungan, tahan terhadap penyakit dan dapat diberi pakan sisa makanan atau hasil samping produk pertanian.

Menurut Kurtini *et al.* (2013), mikroba lokal yang dapat dijadikan *probiotik* diantaranya *S. cerevisiae*, *Rhizophus sp.*, dan *Bacillus sp*.

#### **a. *Saccharomyces cerevisiae***

*S. cerevisiae* merupakan salah satu jenis cendawan tergolong khamir yang bermanfaat untuk manusia dan ternak (Ahmad, 2005). Menurut Ahmad (2008), *S. cerevisiae* sebagai pengendali hayati, *probiotik* dan imunostimulan memberikan hasil yang baik sehingga dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan produktivitas

dan kesehatan ternak. *S. cerevisiae* tergolong cendawan berupa khamir (*yeast*) mempunyai potensi kemampuan yang tinggi sebagai imunostimulan, dan bagian yang bermanfaat adalah dinding selnya yang mengandung komponen beta-D glukukan. Komponen tersebut berasal dari ekstrak dinding sel *S. cerevisiae*. Beta-D glukukan mempunyai sebuah campuran unik dengan efektivitas dan intensitasnya sebagai suatu sistem pertahanan tubuh melalui aktivitas sel darah putih yang spesifik seperti makrofag dan sel NK (*Natural Killer*). Beta-D glukukan akan berikatan dengan permukaan sel makrofag dan sel NK dan berfungsi sebagai trigger untuk proses aktivasi makrofag (Life Source Basic, 2002).

**b. *Rhizophus sp.***

*Rhizophus sp.* adalah genus jamur benang yang termasuk filum *zygomycota* ordo *Mucorales*. *Rhizophus sp.* mempunyai ciri khas yaitu memiliki hifa yang membentuk rhizoid untuk menempel ke substrat (Maulida, 2014). Jamur *R. oryzae* aman dikonsumsi karena tidak menghasilkan toksin dan mampu menghasilkan asam laktat (Purwoko dan Pamudyanti, 2004). Jamur *R. oryzae* mempunyai kemampuan mengurai lemak kompleks menjadi trigliserida dan asam amino (Septiani, 2004). Selain itu jamur *R. oryzae* mampu menghasilkan protease (Margiono *et al.*, 1992). Menurut Sorenson dan Hesseltine (1986), *Rhizophus sp* tumbuh baik pada kisaran pH 3,4--6,0. Secara umum jamur juga membutuhkan air untuk pertumbuhannya, tetapi kebutuhan air jamur lebih sedikit dibandingkan dengan bakteri. Selain pH dan kadar air yang kurang sesuai untuk pertumbuhan jamur, jumlah nutrien dalam bahan, juga dibutuhkan oleh jamur.

### **c. *Bacillus sp.***

*Bacillus sp.* merupakan bakteri Gram positif, berbentuk batang, dapat tumbuh pada kondisi *aerob* dan *anaerob* (Afiesh, 2012). Haetami *et al.* (2008) menyatakan bahwa *Bacillus sp.* merupakan salah satu jenis bakteri yang diyakini mampu untuk meningkatkan daya cerna. Menurut hasil penelitian Maulida (2014), bakteri *Bacillus sp.* dalam inokulum *probiotik* dapat membantu kapang menyediakan nutrisi bagi kapang, karena *Bacillus sp.* dapat menghasilkan enzim-enzim hidrolitik seperti *amilase*, *protease*, dan *selulase* yang menyederhanakan polimer menjadi monomer yang lebih mudah diserap di dalam saluran pencernaan.

## **2. Fungsi *Probiotik***

Sjofjan *et al.* (2003) menyatakan bahwa pemberian *probiotik* berguna dalam meningkatkan produktivitas, mencegah penyakit, dan mengurangi penggunaan antibiotik bahkan dapat mengurangi bau amonia di dalam kandang. Bakteri Asam Laktat (BAL) adalah kelompok bakteri yang mampu mengubah karbohidrat (glukosa) menjadi asam laktat. Efek bakterisidal dari asam laktat berkaitan dengan penurunan pH di dalam kandang menjadi 3 sampai 4,5 sehingga pertumbuhan bakteri lain termasuk bakteri pembusuk akan terhambat. Mikroorganisme umumnya dapat tumbuh pada kisaran nilai pH 6--8.

Beberapa keuntungan dari penggunaan *probiotik* pada ternak antara lain adalah dapat memacu pertumbuhan, memperbaiki konversi ransum, mengontrol kesehatan antara lain dengan mencegah terjadinya gangguan pencernaan terutama

pada hewan-hewan muda, faktor-faktor anti nutrisi seperti penghambat trypsin, asam phitat, glukosinolat dan lain-lain (Havenaar *et al.*, 1992). Penggunaan *probiotik* juga merupakan suatu cara pendekatan untuk mengurangi atau mencegah terjadinya kontaminasi penyakit terutama penyakit *thypus* terhadap produk-produk unggas yaitu daging dan telur, sehingga daging dan telur yang dihasilkan higienis dan aman untuk dikonsumsi sesuai dengan standar kesehatan (Patterson and Burkholder, 2003).

### **3. Karakteristik *Probiotik***

Karakteristik *probiotik* yang baik adalah mengandung bakteri atau sel kapang (*yeast*) hidup dalam jumlah yang besar, *strain* yang spesifik dari inang, satu atau lebih *strain* yang berspektrum luas, bakteri atau kapang harus dapat mencapai dan berkolonisasi di dalam saluran pencernaan, tahan terhadap cairan gastrik dan asam empedu dan ketika di dalam saluran pencernaan, bakteri atau kapang cepat menjadi aktif dan mampu memberikan manfaat peningkatan performa inang serta stabil dan dapat disimpan dalam waktu panjang pada kondisi lapangan (Fuller, 1992).

Pemanfaatan Bakteri Asam Laktat (BAL) oleh manusia telah dilakukan sejak lama, yaitu untuk proses fermentasi makanan salah satunya pada daging yang difermentasi sebagai contoh sosis fermentasi atau salami. Bakteri asam laktat yang paling banyak ditemukan dalam daging fermentasi adalah *strain Lactobacillus sp.*, *Leuconostoc sp.*, *Pediococcus sp.*, dan *Streptococcus sp.* Mikroorganisme ini merupakan bakteri yang bisa terdapat dimana saja dan

bersifat sangat kompetitif. Mikroorganisme ini membutuhkan banyak nutrisi untuk tubuh, daging dapat menyediakan kebutuhan tersebut. Mikroorganisme ini bisa tumbuh dengan atau tanpa udara, tetapi sangat cepat menghasilkan asam tanpa kehadiran udara. Bakteri asam laktat juga sangat tahan terhadap garam dan tumbuh baik pada formulasi sosis (Fuller, 1992).

#### **4. Mekanisme Kerja *Probiotik***

Mekanisme kerja *probiotik* jika diberikan pada ayam akan berkolonisasi di dalam usus, yang dapat dimodifikasi untuk sistem kekebalan/imunitas hewan inang. Kemampuan menempel yang kuat pada sel-sel usus akan menyebabkan mikroba-mikroba *probiotik* berkembang dengan baik dan mikroba patogen tereduksi dari sel-sel hewan inang sehingga perkembangan organisme-organisme patogen yang menyebabkan penyakit tersebut, seperti *E. coli*, *S. typhimurium* dalam saluran pencernaan akan mengalami hambatan. Mikroba *probiotik* menghambat organisme patogenik dengan berkompetisi untuk mendapatkan sejumlah terbatas substrat bahan makanan untuk difermentasi (Budiansyah, 2004).

Bifidobacteria dan kultur *probiotik* lainnya yang berkontribusi terhadap kesehatan manusia dan ternak melalui mekanisme seperti kompetisi dengan bakteri patogen, menstimulasi sistem imun, meningkatkan produksi asam lemak rantai pendek, mengontrol fungsi usus, mencegah kanker dan meningkatkan pencernaan dan penyerapan zat-zat nutrisi (Ziggers, 2000; Jung *et al.*, 2008).

Dampak *probiotik* yang bervariasi di berbagai lokasi atau sistem pemeliharaan dimungkinkan karena *probiotik* merupakan faktor tunggal, tetapi banyak faktor

yang memengaruhi kinerjanya. Faktor-faktor yang memengaruhi kinerja *probiotik* antara lain adalah (1) komposisi mikrobiota inang, (2) cara pemberian *probiotik*, (3) umur dan jenis inang, serta (4) kualitas dan jenis *probiotik* yang digunakan (Kompang, 2009).

## **B. Ayam Petelur**

Ayam petelur adalah ayam-ayam betina dewasa yang dipelihara khusus untuk diambil telurnya. Asal mula ayam petelur adalah berasal dari ayam hutan yang ditangkap dan dipelihara serta dapat bertelur cukup banyak. Jenis ayam ini merupakan spesies *Gallus domesticus*. Ayam yang pertama masuk dan mulai ditenakkan di Indonesia adalah ayam ras petelur *white leghorn* yang kurus dan umumnya setelah habis masa produktifnya dijadikan ayam potong. Terdapat tiga jenis ayam yaitu tipe ringan berasal dari bangsa *white leghorn*, tipe medium dari bangsa *rhode island reds*, dan *barred plymouth rock*, dan tipe berat dari bangsa *new hampshire*, *white plymouth rock*, dan *cornish* (Amrullah, 2004).

Ayam petelur *isa brown* merupakan jenis ayam hasil persilangan antara ayam *rhode island whites*, dan *rhode island reds*. *Isa brown* termasuk ayam petelur tipe medium yang memiliki produktivitas yang cukup tinggi yaitu mampu menghasilkan telur sebanyak 351 butir per tahun. *Isa brown* komersial mempunyai daya hidup 98% sampai umur 18 minggu dan 93% sampai masa produksi 76 minggu. Ayam tersebut mulai produksi telur pada umur 18 minggu, mencapai 50% *hen-day* pada umur 20 minggu dan mencapai puncak pada umur 26 minggu. Puncak produksi mencapai 95% *hen-day*. Rata-rata bobot telur

mencapai 62,7 g/butir pada umur 76 minggu. Ayam petelur *strain isa brown* memiliki periode bertelur antara 18--80 minggu, *liveability* (daya hidup) sebesar 93,2% dan rata-rata bobot telur *strain isa brown* sebesar 63,2 g dan mampu mencapai puncak produksi sebesar 95% (Hendrix, 2007).

*Strain isa brown* menghasilkan telur dengan warna kerabang coklat. *Strain isa brown* memiliki bulu coklat kemerahan. *Strain isa brown* mulai berproduksi umur 18--19 minggu rata-rata berat telur 62,9 g dan bobot badannya 2,015 g. Periode produksi ayam petelur terdiri dari dua periode yaitu fase I dari umur 22--42 minggu dengan rata-rata produksi telur 78% dan berat telur 56 g, fase II umur 42--72 minggu dengan rata-rata produksi telur 72% dan bobot telur 60 g (Scott *et al.*, 1982).

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

Eritrosit merupakan sel yang fungsinya untuk pengangkutan oksigen. Sel ini berbentuk bikonkaf yang dibentuk di sumsum tulang belakang (Ganong, 2008). Fungsi utama sel darah merah adalah mengangkut hemoglobin untuk membawa oksigen dari paru-paru serta nutrien untuk diedarkan ke jaringan tubuh (Guyton dan Hall, 2010). Sel darah merah juga mempunyai kandungan *carbonic anhydrase*, yang merupakan enzim yang mengkatalis reaksi dapat balik antara karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) menjadi asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ) (Guyton dan Hall, 2010).

Enzim tersebut dapat mempercepat reaksi balik antara karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ) dan air ( $\text{H}_2\text{O}$ ) menjadi asam karbonat ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ), menjadi seribu kali lebih cepat. Reaksi



yang cepat tersebut memungkinkan air dalam darah membawa CO<sub>2</sub> dalam jumlah yang besar dalam bentuk ion bikarbonat dari jaringan ke paru-paru. Ion tersebut kembali diubah kembali menjadi bentuk CO<sub>2</sub> dan dikeluarkan ke udara sebagai produk gas. Hemoglobin dalam sel darah merah merupakan *buffer* yang baik untuk mempertahankan keseimbangan keseluruhan darah (Guyton dan Hall, 2010).

Eritrosit merupakan produk *erythropoiesis* dan proses tersebut terjadi dalam sumsum tulang merah (*medulla asseum rubrum*) yang antara lain terdapat dalam berbagai tulang panjang. *Erythropoiesis* membutuhkan bahan dasar berupa protein dan berbagai aktivator. Beberapa aktivator *erythropoiesis* adalah mikromineral berupa Cu, Fe, dan Zn (Praseno, 2005). Penambahan mikromineral Cu juga dapat memengaruhi penyerapan Fe dalam tubuh. Linder (1992) menyatakan bahwa unsur Cu mungkin memegang peranan dalam aliran Fe dari tempat penyimpanannya menuju ke transferin untuk diangkut ke sumsum tulang dan tempat lainnya. Mineral Fe di dalam sumsum tulang digunakan untuk membentuk hemoglobin yang merupakan bagian dari sel darah merah dan sisanya dibawa ke jaringan tubuh yang membutuhkan. Rendahnya konsumsi protein ransum cenderung mengakibatkan sintesis eritrosit menjadi rendah (Geraert *et al.*, 1996; Shibata *et al.*, 2007).

Saputri *et al.* (2012) melaporkan bahwa pada kondisi bagian usus halus banyak terdapat bakteri patogen yang bersifat basa dengan pH 7--8. Apabila dalam pemberian *probiotik* tidak mampu menyeimbangkan kondisi mikroflora usus maka dalam proses penyerapan nutrisi akan terhambat sehingga mengganggu

dalam proses pembentukan sel-sel darah. Sukarmiati (2007) menyatakan penambahan *probiotik* dalam pakan menggunakan *Lactobacillus sp.* pada ayam petelur dapat meningkatkan jumlah eritrosit.

Jumlah eritrosit hasil penelitian Fasuyi *et al.* (2005) yaitu berkisar antara 1,90--2,40 juta/mm<sup>3</sup> dengan konsumsi protein kasar yang hampir sama sekitar 15%. Menurut Smith dan Mangkoewidjojo (1988), jumlah eritrosit normal pada ayam adalah 2,0--3,2 juta/mm<sup>3</sup>. Hasil penelitian Wijayanti (2014) menunjukkan jumlah eritrosit ayam petelur fase *grower* umur 10 minggu berkisar antara 1,04--1,49 x 10<sup>6</sup> mm<sup>-3</sup>.

Menurut Frandson (1992), apabila sel darah merah berada diatas rata-rata atau kelebihan, dapat mengalami *eritrositosis*. *Eritrositosis* disebabkan oleh dehidrasi, jika sel darah merahnya berada dibawah rata-rata, maka dapat mengalami anemia. Anemia dapat juga disebabkan karena luka, rusaknya eritrosit, dan polusi udara. Menurut Swenson (1984), kurangnya sel darah merah dan rusaknya sel darah merah dapat disebabkan oleh hilangnya darah akibat luka, parasit yang ada dalam darah, dan dapat pula karena darah yang tidak berhasil masuk pembuluh darah secara normal.

#### **D. Hemoglobin**

Hemoglobin merupakan pigmen merah pembawa oksigen dalam darah merah. Hemoglobin merupakan protein yang berbentuk molekul bulat dan terdiri atas empat subunit. Tiap subunit mengandung satu gugus heme yang terkonjugasi oleh suatu polipeptida. Heme adalah suatu derivat porfirin yang mengandung

besi. Polipeptida-polipeptida itu secara kolektif disebut sebagai bagian globulin dari molekul hemoglobin. Ada dua pasang polipeptida di setiap molekul hemoglobin (Ganong, 2008).

Sintesis hemoglobin dimulai saat *proerythroblasts* dan berlanjut sampai tahap *reticulocyte* dari sel darah merah. Ketika *reticulocyte* meninggalkan sumsum tulang dan masuk ke dalam aliran darah, proses pembentukan hemoglobin terus berlanjut hingga sel darah merah menjadi dewasa. Rendahnya oksigen dalam darah menyebabkan peningkatan produksi hemoglobin dan eritrosit (Guyton dan Hall, 2010). Pembentukan hemoglobin membutuhkan beberapa nutrisi seperti protein, terutama glisin, dan mineral besi (Adriani *et al.*, 2010).

Hemoglobin mengikat oksigen untuk membentuk oksihemoglobin,  $O_2$  menempel pada  $Fe^{2+}$  di heme. Afinitas hemoglobin terhadap oksigen dipengaruhi oleh oksigen, pH, suhu, dan konsentrasi 2,3-bifosfoglisarat (2,3-BPG) dalam sel darah merah. 2,3 BPG dan  $H^+$  akan berkompetisi dengan  $O_2$  berkaitan dengan hemoglobin dengan oksigenasi sehingga afinitas hemoglobin terhadap oksigen berkurang dengan bergesernya posisi empat rantai peptida (Ganong, 2008). Berat molekul hemoglobin berkisar 66.000--69.000. Adanya inti dalam sel darah merah unggas menyebabkan kadar hemoglobinnya menjadi lebih rendah dari mamalia.

Menurut Guyton (1997), produksi hemoglobin dipengaruhi oleh kadar besi (Fe) dalam tubuh karena besi merupakan komponen penting dalam pembentukan molekul heme. Besi diangkut oleh transferin ke mitokondria, tempat dimana heme disintesis. Jika tidak terdapat transferin dalam jumlah cukup, maka

kegagalan pengangkutan besi menuju eritoblas dapat menyebabkan anemia hipokromik yang berat, yaitu penurunan jumlah eritrosit yang mengandung lebih sedikit hemoglobin. Gangguan dalam pembentukan eritrosit dapat memengaruhi kadar hemoglobin unggas. Menurut Wardhana *et al.* (2001), faktor yang memengaruhi kadar hemoglobin adalah umur hewan, spesies, lingkungan, pakan, ada tidaknya kerusakan eritrosit, dan penanganan darah pada saat pemeriksaan.

Kadar hemoglobin dipengaruhi oleh kadar oksigen dan jumlah eritrosit, sehingga ada kecenderungan jika jumlah eritrosit rendah, maka kadar hemoglobin akan rendah dan jika oksigen dalam darah rendah, maka tubuh terangsang meningkatkan produksi eritrosit dan hemoglobin (Schalm, 2010). Wardhana *et al.* (2001), sintesis hemoglobin berhubungan dengan proses pembentukan eritrosit. Adanya inti dalam eritrosit unggas menyebabkan kadar hemoglobinya menjadi lebih rendah dari mamalia. Menurut Mangkoewidjojo dan Smith (1988), kadar hemoglobin normal pada ayam berkisar antara 7,3--10,9 g/dl. Berdasarkan hasil penelitian Wijayanti (2014) menunjukkan bahwa rata-rata kadar hemoglobin ayam petelur fase *grower* umur 10 minggu berkisar antara 6,40--8,20 g/dl.

Menurut Poedjiadi (1994), kelebihan hemoglobin dari keadaan normal disebut *policitaemia*. Penyebabnya karena kelebihan olahraga, orang yang tinggal di daerah tinggi. *Policitaemia* mengakibatkan naiknya viscositas darah, kadang sampai 5 kali lipat kadang sampai memberatkan kerja jantung. Jumlah hemoglobin dalam darah pada hewan ternak normal kira-kira 100 g tiap ml darah, jika jumlah hemoglobin dalam darah berkurang disebut *anemia*.

Penyebab *anemia* adalah karena kekurangan zat besi (Pearce, 1989).

### **E. Sel Darah Putih (Leukosit)**

Leukosit atau sel darah putih yang dapat membentuk sistem imun merupakan unit yang paling aktif karena berperan dalam melawan berbagai penyakit infeksi dan benda asing. Sel darah putih sebagian dibentuk di sumsum tulang belakang (granulosit dan monosit serta sebagian limfosit) dan sebagian lagi dibentuk di jaringan limfa (limfosit dan sel plasma). Setelah pembentukan, sel darah putih masuk ke dalam peredaran darah dan menuju ke bagian tubuh dimana sel darah putih dibutuhkan (Guyton dan Hall, 2010).

Morfologi leukosit sangat beragam antarspesies unggas. Keragaman ini dapat dilihat dari penampakan morfologi granula, warna eosinofil, dan bentuk granula heterofil pada setiap spesies unggas. Melalui identifikasi deferensiasi leukosit, dapat diketahui status ketahanan ternak terhadap penyakit. Benda darah leukosit, yaitu berupa heterofil dan limfosit, juga dapat dijadikan indikator stres pada unggas (Schalm, 2010). Untuk mengetahui tingkat stres unggas adalah konsentrasi kortikosteron dalam darah (Sohail *et al.*, 2010), serta perubahan dalam neuroendokrin dan sistem saraf termasuk peningkatan katekolamin dan tingkat kortikosteron (Spasojevi *et al.*, 2007).

Jumlah sel darah putih sangat tergantung dari umur, jenis kelamin, stres, penyakit, dan pemberian pakan atau obat tertentu sel darah putih akan bekerja bersama-sama melalui dua cara untuk mencegah penyakit yaitu (1) dengan benar-benar merusak bahan yang menyerbu melalui proses fagositosis dan (2) dengan

membentuk antibodi dan limfosit yang peka, salah satu atau keduanya dapat menghancurkan atau membuat penyerbu tidak aktif (Guyton dan Hall, 2010).

Pada ayam, jumlah leukosit normal berkisar antara 16--40 ribu/mm<sup>3</sup> (Smith dan Mangkoewidjojo, 1988). Jumlah leukosit yang normal pada ayam sekitar  $20 \times 10^3$  mm<sup>-3</sup> (Soeharsono, 2010). Ganong (2008) membagi leukosit berdasarkan ada tidaknya granula menjadi dua, yaitu leukosit granuler dan leukosit agranuler. Leukosit granuler terdiri atas heterofil, eosinofil dan basofil. Leukosit agranuler terdiri atas limfosit dan monosit. Hasil penelitian Wijayanti (2014) menunjukkan jumlah leukosit ayam petelur fase *grower* umur 10 minggu berkisar antara 27,96--34,47 x 10<sup>3</sup> mm<sup>-3</sup>.

Jika jumlah leukosit berlebih maka keadaan ini disebut *leukositosis* dan bila jumlah leukosit berkurang maka disebut *leukopenia*. Fluktuasi jumlah leukosit pada tiap individu cukup besar pada kondisi tertentu seperti stres, umur, aktifitas fisiologis dan lainnya. Jumlah leukosit lebih banyak diproduksi jika kondisi tubuh sedang sakit apabila dalam sirkulasi darah jumlah leukositnya lebih sedikit dibandingkan dengan eritrositnya (Pearce, 1989). Kimball (1988) menyatakan bahwa sel darah putih berperan dalam melawan infeksi. Penurunan jumlah leukosit dapat terjadi karena infeksi usus, keracunan bakteri, septicoemia, kehamilan, dan partus. Menurut Soetrisno (1987), jumlah leukosit dipengaruhi oleh kondisi tubuh, stres, kurang makan atau disebabkan oleh faktor lain.