

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hemoglobin

1. Definisi hemoglobin

Hemoglobin ialah pigmen yang berwarna merah pembawa oksigen yang dibuat oleh sel darah merah yang berkembang di bagian sumsum tulang belakang. Hemoprotein, yang mengandung empat kelompok heme serta serum globin, memiliki fungsi membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh bagian tubuh dan menyediakan energi untuk reaksi kimia dalam sel tubuh (Yulianda, 2020). Dengan demikian, hemoglobin merupakan komponen yang berperan penting dalam siklus peredaran bagi tubuh manusia. Keseimbangan atau kadar hemoglobin yang normal pada manusia sangatlah penting, dikarenakan jika kadar hemoglobin yang tidak normal akan berpotensi buruk terhadap kesehatan organ tubuh. Tanpa hemoglobin yang cukup, jaringan tidak memiliki oksigen yang cukup, sebagai akibatnya jantung serta paru-paru harus bekerja lebih keras buat mengimbangnya. Kadar hemoglobin yang rendah dapat sebagai indikasi kurang darah, perdarahan hiperbola, malnutrisi, kerusakan sel dampak transfusi darah atau katup jantung sintesis, atau bentuk hemoglobin yang tidak normal mirip anemia sel sabit (Febriana, 2017).

Hemoglobin adalah molekul yang terdiri dari dua bagian utama, yaitu gugus *globin* dan *heme*. *Globin* adalah protein dengan empat rantai polipeptida terlipat, sedangkan gugus *heme* terdiri dari empat gugus yang mengandung besi non-protein, masing-masing terkait dengan salah satu polipeptida globin. Masing-masing empat atom besi dapat berikatan dengan satu molekul oksigen secara reversible, yang memungkinkan setiap molekul hemoglobin mengambil empat molekul oksigen dari

alveoli. Selain itu, asam karbonat terionisasi, yang berasal dari karbon dioksida yang ada di jaringan, diikat oleh hemoglobin (Febriana, 2017).

Tabel 1.
Kadar Hemoglobin

		Laki-Laki	Perempuan
Kadar Hemoglobin (g/dl)	Darah kapiler	14-18 g/dl	12-16 g/dl

(Sumber : Hasanani, 2018)

2. Fungsi hemoglobin

Fungsi utama dari hemoglobin bagi tubuh manusia yaitu adalah sebagai pengangkut oksigen untuk diedarkan ke seluruh jaringan tubuh dari paru-paru dan dalam peredaran darah. Tingkatan hemoglobin dengan oksigen disebut dengan HbO₂ (Oksihemoglobin). Selain perannya mengangkut oksigen, hemoglobin juga berfungsi untuk mengangkut karbon dioksida dan karbon monoksida membentuk ikatan karbon monoksida dan membentuk ikatan HbCO (karbon monoksida-hemoglobin). Hemoglobin juga mempengaruhi pH darah (Hasanani, 2018).

3. Proses pembentukan hemoglobin

Selama fase pematangan, hemoglobin terbentuk di sumsum tulang belakang. Sel darah merah memasuki aliran darah sebagai retikulosit dari sumsum tulang. Setelah 24-48 jam pematangan, sejumlah kecil hemoglobin masih terbentuk. Setelah itu, retikulosit pecah dan menghasilkan sel darah merah yang matang. Sel darah merah menjadi lebih rapuh dan kaku saat mereka menua, dan akhirnya sel darah merah pecah. Sebagian besar fagositosis hemoglobin terjadi di limpa, sumsum tulang, dan hati, dan kemudian direduksi menjadi heme dan globin, tempat globin kembali ke sumber asam amino. Besi dilepaskan oleh heme dan sebagian

besar diangkut dengan plasma transfere ke sumsum tulang berfungsi buat pembentukan sel darah merah yang baru (Wardani dan Tika, 2021).

4. Faktor-faktor yang mempengaruhi hemoglobin

Faktor-faktor yang mungkin memengaruhi kadar hemoglobin :

a. Kecukupan besi dalam tubuh

Zat besi merupakan salah satu komponen yang diperlukan untuk mendukung proses produksi hemoglobin, oleh karena itu anemia defisiensi besi menjadikan pembentukan sel darah merah yang lebih kecil dan konsentrasi hemoglobin yang lebih kecil (Rahayu, 2018). Zat besi juga berperan penting dalam pembuatan hemoglobin, yang membawa oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh. Dalam sistem pernapasan, hemoglobin terdiri dari sitokrom dan bagian system enzim pernapasan lainnya, seperti katalase, peroksidase, dan sitokrom oksidase. Itulah mengapa peran penting zat besi dalam sirkulasi oksigen dari paru-paru ke seluruh jaringan tubuh menjadi penting, tanpa adanya besi maka siklus peredaran tidak dapat berjalan dan justru menimbulkan sebuah hambatan (Wardani, 2017).

b. Usia

Berdasarkan fakta yang terjadi di lapangan diperoleh kesimpulan bahwa anak-anak, lansia, dan ibu hamil termasuk kelompok yang lebih rentan mengalami penurunan kadar hemoglobin dibandingkan kelompok lainnya. Kadar hemoglobin tampak menurun setelah usia 50 tahun, sedangkan pada anak-anak hal ini mungkin disebabkan oleh pertumbuhan anak yang agak cepat, apabila tidak dibarengi dengan mengkonsumsi zat besi yang terpenuhi guna menurunkan kadar hemoglobin (Rahayu, 2018).

c. Jenis kelamin

Kadar hemoglobin pria mungkin lebih tinggi dalam kondisi normal dari pada wanita. Hal ini terjadi oleh karena fungsi metabolisme dan fisiologis wanita yang bekerja lebih aktif dibandingkan laki-laki. Wanita lebih mudah menurunkan hemoglobin karena memiliki siklus menstruasi yang teratur setiap bulan. Wanita kehilangan banyak zat besi saat menstruasi, karena wanita lebih banyak membutuhkan zat besi dibandingkan dengan pria (Wardani dan Tika, 2021).

d. Penyakit sistemik

Adapun penyakit yang dapat berpengaruh langsung terhadap tingkat kadar hemoglobin pada tubuh, antara lain yaitu: leukimia, thalasemia dan tuberkulosis. Karena kelainan sumsum tulang, penyakit ini dapat mempengaruhi sel darah merah (Rahayu, 2018).

e. Pola makan

Hati adalah sumber zat besi yang paling umum (6,0-14,0 mg). Beberapa sumber tambahan berasal dari tumbuh-tumbuhan (Rahayu, 2018).

5. Dampak kekurangan hemoglobin

Hemoglobin adalah bagian dari protein terpenting didalam tubuh manusia karena membawa oksigen serta karbon dioksida. Karena itu, kadar hemoglobin tubuh harus berada dalam kisaran normal. Di bawah tingkat hemoglobin normal, sindrom anemia hadir. Anoksia organ target dan mekanisme kompensasi tubuh terhadap penurunan hemoglobin adalah penyebab sindrom ini. Efek defisiensi hemoglobin pada tubuh contohnya seperti sering pusing, mata berkunang-kunang, napas cepat atau sesak napas dan pucat. Selain dampak tersebut efek kesehatan dari kekurangan hemoglobin menjadi lebih berbahaya jika upaya tidak dilakukan untuk

menaikkan kadar hemoglobin menjadi normal, seperti pada B. Anemia adalah suatu kondisi dimana sel darah merah atau hemoglobin yang bersirkulasi gagal menjalankan fungsinya mengantarkan oksigen ke jaringan tubuh. Penurunan jumlah sel darah merah dan hematokrit di bawah normal dalam tes laboratorium dikenal sebagai anemia (Hendrayana, dkk., 2020).

B. Pestisida

1. Definisi pestisida

Insektisida adalah zat khusus yang digunakan untuk menghancurkan atau memusnahkan serangga, tikus, nematoda, jamur, gulma, virus, bakteri dan mikroorganisme yang dianggap hama (Yusuf dan Syam, 2021). Pestisida saat ini menjadi kebutuhan utama bagi para petani dan pekerja sektor pertanian guna memberantas hama yang berpotensi merugikan. Namun, ada kalanya bahwa penggunaan pestisida yang salah atau tidak sesuai prosedur justru akan berdampak negatif pada kesehatan tubuh manusia ketika dicerna atau memasuki saluran pencernaan. Pestisida juga termasuk dalam golongan bahan kimia yang sering digunakan untuk membunuh hama, gulma ataupun tanaman pengganggu. Pestisida menargetkan organisme seperti halnya jamur, serangga, siput serta hewan pengerat lainnya. Berbagai bidang dan kegiatan menggunakan pestisida, termasuk rumah tangga, kesehatan, pertanian, dan lainnya (Pamungkas, 2016).

2. Dampak pestisida

Paparan tubuh terhadap pestisida mempengaruhi komponen tubuh manusia, termasuk darah. Karena pestisida dapat memengaruhi organ pembentuk darah, proses pembentukan sel darah, dan system kekebalan tubuh, profil darah dapat

berubah (Rangan, dkk., 2014). Menurut Denny (2016) efek pestisida dapat bersifat akut atau kronis sebagai berikut :

a. Dampak akut

Efek akut didefinisikan sebagai reaksi yang terjadi segera setelah terpapar pestisida dalam waktu satu hingga dua hari. Efek akut lokal dan sistemik terdiri dari efek akut. Efek akut lokal terjadi hanya pada bagian tubuh yang bersentuhan langsung dengan insektisida, ini biasanya menyebabkan iritasi pada kulit, mata, hidung, dan tenggorokan. Efek sistemik adalah akut. Ketika bahan kimia berbahaya masuk ke dalam tubuh dan kemudian menyebar ke seluruh system tubuh, mereka berdampak pada jantung, paru-paru, hati, perut, otot, usus, otak, dan saraf melalui aliran darah.

b. Dampak Kronis

Paparan kronis terjadi ketika dampak kesehatan keracunan membutuhkan waktu untuk berkembang, dan mungkin muncul berbulan-bulan atau bertahun-tahun setelah terpapar pestisida. Efek pada organ sudah dipelajari dan diketahui mempengaruhi terjadinya penyakit antara lain gangguan pernapasan seperti bronkitis, gangguan system imun dan gangguan endokrin. Diketahui juga bahwa pestisida memiliki hubungan yang kuat dengan perkembangan penyakit *Alzheimer*, Parkinson, penyakit ginjal dan hati, gangguan pada sistem saraf pusat dan perifer kanker dan penyakit lainnya.

3. Mekanisme pestisida masuk dalam tubuh

Mekanisme penetrasi pestisida melewati kulit, mulut, serta saluran pencernaan serta saluran pernapasan. Zat beracun dapat masuk ke pori-pori melalui kulit atau diserap langsung oleh tubuh, terutama zat yang larut dalam minyak. Karena petani

tidak menggunakan alat untuk melindungi diri seperti sepatu dan sarung tangan, maka racun dapat menembus kulit sehingga memudahkan pestisida menembus kulit dan menyebabkan anemia pada petani. Berdasarkan hal tersebut diketahui bahwa potensi menyebarnya zat racun pestisida ke dalam tubuh manusia sangatlah rentan dan dapat terjadi melalui media apa saja, sehingga tingkat urgensi dan kehati-hatian petani dalam memperhatikan penggunaan pestisida harus lebih diprioritaskan. (Prasetyaningsih, dkk., 2017).

Kontaminasi melalui kulit termasuk ke dalam proses kontaminasi yang paling umum, meskipun tidak semua mengakibatkan keracunan akut. Kontaminasi kulit menyebabkan lebih dari 90% keracunan global. Faktor risiko kontaminasi kulit dipengaruhi oleh toksisitas kulit, konsentrasi, komposisi, kulit yang terpapar dan luasnya, dan syarat fisik orang yang terpapar. Keracunan insektisida dari partikel pestisida yang terhirup adalah yang paling umum kedua setelah kontaminasi kulit. Gas serta partikel aerosol yang sangat halus (contohnya kabut asap) bisa masuk ke paru-paru, sedangkan partikel yang lebih akbar menempel pada selaput lendir hidung atau tenggorokan. Pekerjaan yang terjadi pencemaran melalui saluran pernafasan biasanya yang berhubungan dengan penyemprotan lahan pertanian, penyemprotan atau penyemprotan pestisida rumah tangga. Cara ketiga adalah asupan oral. Keracunan oral sebenarnya lebih jarang terjadi daripada keracunan kulit atau keracunan inhalasi (Pamungkas, 2016).

C. Hubungan Antara Hemoglobin Dengan Pengguna Pestisida

Pestisida adalah bahan kimia yang diproduksi secara massal di pabrik dan dibuat secara kimiawi di laboratorium. Senyawa kimia sintetik anorganik tidak mengandung unsur karbon pada struktur molekulnya. contoh pestisida kimia

anorganik sintetik untuk insektisida adalah *Phosphilene (PH₃)*, Sulfur Fungisida (*S, SO₂, F₂*), Tembaga (*CuOH₂, 3Cu(OH)₂.CuCl₂, CuSO₄.5H₂O*), *OH₂u, SO₂C* dan arsenik (arsenik oksida) yang digunakan sebagai fungisida dan aluminium fosfida (Waren , 2021).

Menghirup gas beracun, kontak kulit, atau kontaminasi makanan dan minuman adalah beberapa efek negatif pestisida. Keracunan akut dan kronis menimbulkan risiko kesehatan. Kecerobohan dan ketidakpatuhan terhadap peraturan keselamatan, seperti menggunakan indera pelindung diri, dapat menyebabkan keracunan akut. Keracunan pestisida kronis dapat ditunjukkan dengan perubahan profil darah seperti hemoglobin, neutrofil, leukosit, hormon endokrin, dan masalah pada sistem saraf dan pencernaan. Struktur hemoglobin memiliki kemampuan untuk mengangkut oksigen dari jaringan dan menjaga pH darah seimbang. Molekul oksigen yang ada di udara berikatan dengan molekul hemoglobin. Sebagai hasil dari difusi oksigen yang cepat pada jaringan kapiler paru-paru, hemoglobin mempunyai afinitas tinggi terhadap oksigen di udara. Molekul hemoglobin bisa mengangkut oksigen serta, menjadi molekul pengangkut, mengantarkan oksigen ke jaringan pada daerah dengan afinitas oksigen rendah (Prasetyaningsih, dkk., 2017).

Terjadinya anemia pada pasien dengan keracunan organofosfat. Organofosfat dibentuk oleh pembentukan kelompok *sulphemoglobin* serta methemoglobin yang terdapat sel darah merah. *Sulphemoglobin* ditimbulkan oleh tingginya kandungan sulfur pestisida yang mengakibatkan pengikatan *sulphemoglobin*. Hal ini mengakibatkan hemoglobin tidak normal serta tidak mampu melakukan tugasnya mengantarkan oksigen. Anemia hemolitik menyebabkan turunnya kadar

hemoglobinn dalam sel darah merah karena adanya *sulfhemoglobin* dan *methemoglobin* dalam darah (Kurniasih, dkk., 2013).

D. Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin yaitu:

1. Jenis kelamin

Jenis kelamin memiliki pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas kolinesterase darah. Aktivitas kolinesterase lebih rendah pada pria daripada wanita karena kadar kolinesterase darah lebih tinggi pada wanita (Muftiadi, 2018). Ini menunjukkan hubungan antara jenis kelamin dan anemia, karena wanita lebih rentan terkena anemia, karena wanita akan kehilangan darah haid setiap bulan (Kurniasih, dkk., 2013).

2. Jenis pestisida

Pestisida organofosfat dan karbamat dapat mengurangi jumlah dan aktivitas enzim kolinesterase. Gugus organofosfat dan karbamat terikat dengan enzim asetilkolinesterase setelah masuk ke dalam tubuh. (AChE), menyebabkan AChE menjadi tidak aktif dan asetilkolin menumpuk. Pestisida dapat menembus kulit, terhirup melalui udara yang kita hirup dan tertelan melalui mulut. Racun ini segera mengikat enzim ChE yang ada di plasma darah, sel darah merah, dan sinapsis dan jaringan saraf. Fungsi utama enzim ChE adalah menghidrolisis asetilkolin (Ach) lumpuh, mengakibatkan akumulasi Ach di reseptor sel otot dan kelenjar. Petani hendaknya menyemprotkan pestisida dengan tidak menyemprotkan lebih dari satu pestisida dalam setiap sesi penyemprotan. Ini diikuti dengan penyemprotan lebih banyak pestisida. Rekomendasi Departemen Pertanian adalah penyemprotan pestisida satu kali diikuti oleh pestisida lainnya (Angin, 2019).

3. Masa kerja

Di dalam teorinya, apabila petani semakin lama melakukan proses penyemprotan pestisida ke dalam budidaya pertaniannya dan lebih sering menggunakan pestisida, maka semakin besar risiko keracunan pestisida. Dosis pestisida memengaruhi efeknya yang berbahaya. Dosis menunjukkan seberapa banyak dan seberapa sering racun masuk ke dalam tubuh. Petani dengan masa kerja lebih dari 5 tahun rentan terhadap toksisitas kronis. Semakin lama dalam masa menyemprot, semakin banyak bahan kimia yang menumpuk di darah (Ramli, dkk., 2016).

4. Lama penyemprotan

Jumlah pestisida yang terpapar dan lamanya paparan memengaruhi aktivitas enzim kolinesterase. Risiko terkena keracunan pestisida meningkat seiring dengan durasi dan frekuensi kontak langsung dengan pestisida. Tidak boleh ada kontak langsung dengan pestisida selama lebih dari 5 jam per hari atau 30 jam per minggu. (Samosir, dkk., 2017).

5. Frekuensi penyemprotan

Frekuensi penyemprotan yang disarankan tidak lebih dari dua kali seminggu. Semakin sering disemprotkan, semakin tinggi dosis yang terakumulasi dalam darah, mempercepat paparan yang menyebabkan toksisitas kronis (Hendrayana, dkk., 2019).

6. Pemakaian APD (Alat Pelindung Diri)

Petani yang tidak memakai alat pelindung diri dapat memicu masuknya pestisida ke dalam tubuh melalui kulit dan hidung bila masuk ke dalam tubuh melalui kulit dan dapat menyebabkan keracunan, sedangkan jika terhirup melalui

hidung masuk ke paru-paru dan menyebabkan kolaps paru. Ikatan sulfhemoglobin dihasilkan oleh pestisida yang mengandung sulfur tinggi, di mana sulfhemoglobin, jenis hemoglobin yang menyebabkan hemoglobin abnormal, terikat dengan atom sulfur di dalamnya. Hal ini menyebabkan responden mengalami anemia (Kementerian Kesehatan RI, 2016).

7. Riwayat penyakit

Pestisida dapat beraksi secara akut, kronis atau sistemik dan mempengaruhi sistem saraf, termasuk gangguan keseimbangan, liver atau hati dan keseimbangan hormonal yang mempengaruhi aktivitas enzim. Fungsi hati juga untuk mensintesis enzim kolinesterase, sehingga penyakit hati dan tumor ganas juga dapat mempengaruhi fungsi enzim kolinesterase (Samosir, dkk., 2017).

E. Metode Penetapan Kadar Hemoglobin

Metode pemeriksaan otomatis dapat dilakukan dengan alat pengukur Hb dan penganalisa hematologi. Pengukur Hb adalah pengukur POCT (*Point of Care Testing*) yang dirancang untuk mengukur kadar hemoglobin menggunakan sampel darah utuh, bukan sampel serum atau plasma (Dameuli, dkk., 2018).

POCT (*Point of Care Testing*) adalah tes laboratorium sederhana dengan menggunakan sampel darah kapiler dimana hasil tes ini dilaporkan sesegera mungkin, yang membantu untuk memutuskan prosedur selanjutnya bagi pasien. Pengoperasian alat ini sebagian besar bergantung pada teknologi biosensor. Teknologi ini mengukur dan mengubah muatan listrik yang dihasilkan oleh interaksi kimia antara bahan kimia tertentu dalam darah dan reagen kering atau strip bahan kimia menjadi angka yang sesuai dengan jumlah muatan listrik zat tersebut.

Angka yang dihasilkan seharusnya sebanding dengan jumlah zat yang diukur dalam darah (Laisouw, dkk., 2017).

Di laboratorium klinik, rumah sakit, dan pusat layanan kesehatan lainnya, Hb meter adalah alat ukur hemoglobin yang umum digunakan. Alat pengukur Hb ini didesain untuk menjadi portabel, sehingga mudah dibawa dan digunakan. Pengukuran Hb dengan strip atau reagen kering. Pemeriksaan kadar hemoglobin menggunakan Hb meter memiliki metode POCT (*Point of Care Testing*) yang berdasarkan prinsip refleksi, dibuat warna membaca dengan alat (Dameuli, dkk., 2018).

Keuntungan menggunakan pengukur Hb adalah hasil yang lebih cepat, lebih murah, dan kepuasan dokter seringkali lebih tinggi karena tidak perlu menunggu hasil pemeriksaan laboratorium. Kerugian pengukur Hb kurang akurat dibandingkan dengan tes penganalisa hematologi dan hasilnya terkadang perlu diperiksa, sehingga menambah biaya. Penyebab hasil tes Hb meter tidak akurat adalah pengguna yang tidak kompeten dan berpengalaman. Dalam hal ini, pengguna tidak mengikuti petunjuk penggunaan alat, reagen yang digunakan tidak mengandung bahan kontrol, kurangnya pengawasan dan kegagalan kalibrasi alat. Saat menggunakan Hb meter, test strip harus diperhatikan dan *chip* harus memiliki kode yang sama, test strip yang kedaluwarsa tidak akan memberikan hasil tes karena *chip* berisi informasi kedaluwarsa, nilai hemoglobin ditampilkan dalam g/dL atau mmol/L (Wahid, 2013).

Metode Sahli menghidrolisis hemoglobin dengan HCl untuk membuat globin *ferroheme*. Dengan tidak adanya oksigen, *ferriheme* teroksidasi dan segera bereaksi dengan ion Cl, menghasilkan *ferrihemechlorid*, yang juga dikenal sebagai hematin

atau hemin berwarna coklat. Warna yang dihasilkan dibandingkan dengan warna baku pada gambar tanpa mata. Untuk memudahkan perbandingan, warna hemin terbentuk ketika warna standar tetap. Perubahan warna hemin dilakukan dengan cara diencerkan agar warnanya sesuai dengan warna standar. Karena perbandingan dibuat dengan mata telanjang, subjektivitas berdampak besar. Selain faktor mata, faktor lain seperti ketajaman, pencahayaan, dll juga dapat mempengaruhi hasil membaca. Namun, untuk inspeksi di area tanpa peralatan canggih atau inspeksi lapangan, metode sahli ini masih cukup, dan jika inspektur terlambat dilatih, hasilnya bisa diandalkan (Febriana, 2017).

Metode Sahli adalah cara untuk menentukan hemoglobin secara visual. Darah diencerkan menggunakan larutan HCl sehingga hemoglobin diubah sebagai asam hematin. Guna mengetahui kadar hemoglobin, campuran larutan diencerkan dengan akuades hingga warnanya sesuai menggunakan warna baku tabung gelas. Pada metode ini, tak seluruh hemoglobin diubah sebagai asam hematin, mirip karboksihemoglobin, methemoglobin, dan sulfhemoglobin. Defleksi yang akan terjadi pemeriksaan visual ini mencapai 15-30%, tidak mungkin menghitung indeks eritrosit (Rahayu, 2018). Metode Sahli memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan dalam pemeriksaan kadar hemoglobin. Kelemahan dari metode Sahli adalah akurasi alat yang rendah, tidak semua hemoglobin dapat diubah menjadi asam hematin, dan pemipetan darah yang salah dapat mempengaruhi hasil. Namun kelebihan metode Sahli adalah pemeriksaan dengan metode ini murah dan mudah dilakukan (Wardani, 2017).

Metode yang lebih maju ialah metode *cyanimethemoglobin*. Metode ini mengoksidasi hemoglobin dengan kalium ferrosianida untuk menghasilkan

methemoglobin, yang kemudian bereaksi dengan ion sianida untuk menghasilkan *sian-methemoglobin* berwarna merah. Intensitas warna diukur menggunakan fotometer dan dibandingkan dengan standar. Sebab jika membandingkan perangkat elektro, akan mendapatkan yang akan terjadi yang lebih objektif. Tetapi, fotometer saat ini masih relatif mahal, sehingga tidak tersedia di seluruh laboratorium (Febriana, 2017).

Metode *cyanmethemoglobin* bergantung pada pencampuran darah dengan larutan kalium sianida dan kalium sianida. Kalium sianida mengoksidasi hemoglobin menjadi Hi, yang merupakan *methemoglobin*, dan kemudian menghasilkan ion sianida (CN), yang kemudian digunakan untuk membentuk HiCN (*cyanmethemoglobin*), yang memiliki daya serap tertinggi pada panjang gelombang 540 nm. (Rahayu, 2018). Metode pemeriksaan *cyanmethemoglobin* ini memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelemahan dari metode uji *cyanmethemoglobin* adalah Kekeruhan sampel dapat memengaruhi hasil pembacaan, kelebihan dari metode uji *cyanmethemoglobin* adalah akurasi pembacaan kadar hemoglobin sangat tinggi karena standarnya stabil (Wardani, 2017).

Hematology Analyzer merupakan alat yang digunakan untuk pemeriksaan darah lengkap, cara menghitung dan mengukur sel secara otomatis berdasarkan arus listrik atau impedansi sinar cahaya dari sel yang hilang. Prinsip dari *hematology analyzer* adalah bahwa sampel, yang diukur dengan impedansi, terdiri dari beberapa sel (sel darah) tersuspensi dalam sejumlah cairan konduktif listrik. Kemudian, dengan adanya sistem pemfokusan hidrodinamik, sel-sel disusun sedemikian rupa sehingga dapat lewat satu per satu melalui celah (*aperture*) yang ukurannya

diketahui. Selain itu, sinyal (*pulse*) dihasilkan saat sel melewati celah. Jadi jumlah sinyal yang dihasilkan sebanding dengan jumlah sel yang melewati celahserta kekuatan sinyal yang dihasilkan waktu sel melewati celah menggambarkan seberapa besar volume sel tadi. Terakhir, akibat pengukuran sel-sel tersebut dikelompokkan sesuai area sehingga menggambarkan berapa banyak sel yang ada pada sampel (Apriliana, dkk., 2019).

Prinsip dari metode *cyanmethemoglobin* yang digunakan dengan spektrofotometer adalah bahwa hemoglobin diubah menjadi *methemoglobin*. Pada alat *hematology analyzer* terdapat beberapa metode pengukuran yang digunakan yaitu *elctrical impedance*, *fotometri*, *flowcytometry* dan histogram (kalkulasi). Metode fotometrik terintegrasi dalam pengukur jumlah sel otomatis dengan penganalisa hematologi. *Hematology analyzer* adalah alat yang digunakan secara otomatis untuk studi *hematology in vitro* dengan reagen atau pembersihan manual. Penganalisis hematologi memecah hemoglobin menjadi larutan, dan kemudian menggunakan sianida untuk memisahkannya dari zat lain. Selanjutnya, dengan using penyinaran khusus, kadar hemoglobin dihitung dengan menghitung nilai cahaya yang diserap hemoglobin. Hasilnya ditampilkan di layer (Dameuli, dkk., 2018).