

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Kebiasaan Tidur Larut Malam

2.1.1 Pengertian Tidur

Tidur merupakan salah satu faktor yang berperan bagi kesehatan fisik dan mental. Pengertian lain menyebutkan bahwa tidur merupakan suatu proses yang aktif karena aktivitas otak tidak mengalami penurunan saat tidur bahkan pada tahapan tertentu penyerapan oksigen oleh otak dapat meningkat. Tidur adalah keadaan saat terjadinya proses pemulihan bagi tubuh dan otak serta sangat penting terhadap pencapaian kesehatan yang optimal (Sherwood, 2012).

Tidur adalah suatu proses yang sangat penting bagi manusia, karena dalam tidur terjadi proses pemulihan, proses ini untuk mengembalikan kondisi seseorang pada keadaan semula, dengan begitu tubuh yang tadinya mengalami kelelahan akan menjadi segar kembali. Proses pemulihan yang terhambat dapat menyebabkan organ tubuh tidak bisa bekerja dengan maksimal, akibatnya orang yang kurang tidur akan cepat lelah dan mengalami penurunan konsentrasi (Ulimuddin, 2011). Kebutuhan tidur yang cukup ditentukan selain oleh jumlah faktor jam tidur, juga oleh kedalaman tidur (kualitas tidur). Kualitas tidur adalah kepuasan seseorang terhadap tidur, sehingga seseorang tersebut tidak merasa lelah, gelisah, lesu, dan apatis, kehitaman di sekitar mata, kelopak mata bengkak, mata perih, sakit kepala dll (Ardheta, 2010).

2.1.2 Fungsi Tidur

Walaupun fungsi tidur belum diketahui secara pasti, tetapi tidur merupakan faktor penting keberlangsungan hidup manusia dikarenakan kurangnya kualitas tidur dapat menyebabkan menurunnya performa fisik, fungsi kognitif, fungsi sosial, kondisi mental dan bahkan menyebabkan kematian. Namun, tidur dapat berfungsi dalam pemeliharaan fungsi jantung terlihat pada denyut turun 10 hingga 20 kali setiap menit. Selain itu, selama tidur tubuh melepaskan hormon pertumbuhan untuk memperbaiki dan memperbarui sel epitel dan khususnya seperti sel otak. Otak akan menyaring informasi yang telah terekam selama sehari dan otak mendapatkan asupan oksigen serta aliran darah serebral dengan optimal sehingga selama tidur terjadi penyimpanan memori dan pemulihan kognitif. Fungsi lain yang dirasakan ketika tidur adalah reaksi otot sehingga laju metabolik basal akan menurun. Hal tersebut dapat membuat tubuh menyimpan lebih banyak energi saat tidur (A. Diani, 2014)

2.1.3 Waktu Tidur

Waktu tidur setiap individu berbeda beda tergantung dari usia, jenis kelamin, kegiatan fisik, dan kondisi mental. Tidur dibagi menjadi 2 tipe yaitu :1. Tipe Rapid Eye Movement (REM), 2. Tipe Non Rapid Eye Movement (NREM). Fase awal tidur didahului oleh fase NREM yang terdiri dari 4 stadium, lalu diikuti oleh fase REM. Tipe NREM dibagi dalam 4 stadium yaitu : 1. Tidur stadium satu, Fase ini merupakan antara fase terjaga dan fase awal tidur. Fase ini di dapatkan kelopak mata tertutup, tonus otot berkurang dan tampak gerakan mata kekanan dan kekiri. Fase ini hanya berlangsung 3-5 menit dan mudah sekali dibangunkan. 2. Tidur stadium dua, pada fase ini didapatkan bola mata berhenti bergerak, tonus otot

masih berkurang, tidur lebih dalam dari pada fase pertama. 3. Tidur stadium tiga, fase ini tidur lebih dalam lagi dari fase sebelumnya. 4. Tidur stadium empat, merupakan tidur yang dalam serta sukar dibangunkan. Fase tidur NREM, ini biasanya berlangsung antara 70 menit sampai 100 menit, setelah itu masuk ke fase REM. Pada waktu REM jam pertama prosesnya berlangsung lebih cepat dan menjadi lebih instan dan panjang saat menjelang pagi atau bangun. Pola tidur REM ditandai adanya gerakan bola mata yang cepat, tonus otot yang sangat rendah, denyut nadi bertambah (R. Ambarwati, 2017).

Saat tubuh tertidur, tubuh menjalankan beberapa proses metabolisme. Otak, pencernaan, peredaran darah, pernafasan turut dipengaruhi oleh situasi ini. Menurut Aaron kaitannya tidur dengan metabolisme adalah saat tidur kerja jantung akan menurun. Detak jantung akan turun hingga 10 sampai 30 denyut perdetik. Penurunan tekanan darah terjadi akibat sedikitnya denyut tersebut. Inilah hubungan antara kecukupan tidur dan persoalan tekanan darah. Selama waktu istirahat sel akan bekerja lebih maksimal untuk memperbaiki sistem tubuh yang rusak atau terganggu. Pengeluaran racun akan lebih maksimal dilakukan oleh ginjal. Limbah beracun yang masuk ke tubuh atau dihasilkan sel yang rusak tidak bekerja dengan baik pada saat manusia tidur. Situasi ini memungkinkan tubuh memperbaiki sistem pertahanan dan sel yang rusak. Sistem kekebalan tubuh akan meningkat pada saat tubuh tidur. Protein dan sistem kekebalan akan diproduksi lebih dibandingkan pada saat terjaga. Orang yang tidur cukup memiliki kemampuan melawan infeksi secara lebih baik. Sistem humoral tubuh pada saat tidur akan menjalankan fungsi anabolik. Proses anabolik adalah pemusatan energi tubuh untuk perbaikan dan pertumbuhan. Beberapa jenis hormon yang digunakan untuk aktivitas akan menurun kadarnya,

seperti adrenalin dan kortikosteroid. Hormon pertumbuhan (human growth hormone/HGH) akan meningkat. HGH sangat membantu tubuh untuk memperbaiki dan memelihara jaringan otot dan tulang (R. Ambarwati, 2017).

Saat tidur, organ tubuh sebenarnya tetap bekerja secara normal dan setiap hormon atau zat kimiawi tubuh bekerja pada jam – jam tertentu yang sudah pasti.

Berikut adalah jam kerja organ tubuh :

1. Pukul 07.00 – 09.00. Organ lambung sedang kuat-kuatnya, sebaiknya makan pagi untuk proses pembentukan energi tubuh sepanjang hari.
2. Pukul 11.00 – 13.00. Jantung memaksimalkan kerja fisiknya pada jam ini. Istirahat sebentar dan makan yang rendah lemak bagus untuk kerja organ jantung.
3. Pukul 13.00 – 15.00. Kondisi liver sedang dalam keadaan lemah. Dengan istirahat sejenak akan terjadi proses regenerasi sel – sel hati secara alami.
4. Pukul 15.00 – 17.00. Pada waktu ini paru - paru sedang dalam keadaan lemah. Istirahat dan atur nafas untuk mengembalikan energi paru – paru .
5. Pukul 17.00 – 19.00. Pada waktu ini ginjal sedang bekerja dengan giat – giatnya, dimana terjadi proses pembentukan sumsum tulang tubuh dan sel – sel otak. Waktu ini adalah waktu terbaik untuk belajar.
6. Pukul 19.00 – 21.00. Pada waktu ini daya kerja lambung sedang lemah. Diusahakan untuk tidak mengkonsumsi makanan yang padat yang sulit dicerna oleh lambung.
7. Pukul 21.00 – 23.00. Limpa berada dalam kondisi terlemah pada waktu ini, karena terjadi proses pembuangan racun tubuh dan regenerasi sel limpa.

8. Pukul 23.00 – 01.00. Jantung berada didalam kondisi terlemahnya. Tidur merupakan pilihan terbaik untuk kesehatan organ jantung, sebab waktu ini adalah waktu terbaik untuk pemulihan energi tubuh.
9. Pukul 01.00 – 03.00. Liver berada dalam kondisi terbaiknya pada waktu ini, sebab terjadi proses pembuangan racun hasil metabolisme tubuh.
10. Pukul 02.30 – 04.30. Paru – paru sedang membersihkan dan membuang racun didalam tubuh.
11. Pukul 05.00 – 07.00. Usus besar sedang bekerja dengan kuat. Biasakan buang air besar (BAB) pada waktu ini, agar kotoran, racun dan sisa sistem pencernaan dapat dikeluarkan semua (Tilong A. D, 2018).

2.1.4 Dampak Dari Kebiasaan Tidur Larut Malam

Faktor – faktor yang mempengaruhi kualitas tidur yang buruk yaitu status kesehatan, stres psikologis, diet, gaya hidup, lingkungan dan obat – obatan. Kurang tidur bisa menyebabkan masalah yang berkaitan dengan kesehatan salah satunya adalah anemia atau kekurangan sel darah merah. Sering merasa lemas dan konsentrasi menurun karena waktu tidur kurang dari batas normal, memiliki resiko terkena anemia karena kebiasaan tersebut. Anemia merupakan kurangnya kadar hemoglobin dibawah nilai normal 11 – 13 g/dL. Nilai ini akan berbeda – beda pada setiap orang, bergantungnya pada jenis kelamin, usia, ataupun faktor lainnya (Kementrian Kesehatan Republik Indonesia, 2013).

Pada saat kita tidur, didalam tubuh kita terjadi perbaikan sel – sel yang rusak. Apabila durasi tidur kita kurang dari waktu yang ideal, hal ini akan menyebabkan proses pembaruan sel – sel tersebut akan berjalan secara tidak maksimal dan akan mengganggu proses pembuatan hemoglobin sehingga jumlah

hemoglobin yang diproduksi tidak akan mencukupi kebutuhan tubuh kita (Astuti, 2015). Hal ini tentu akan mengganggu proses regenerasi sel dan pembentukan sel darah merah yang berlangsung pada pukul 21.00 s/d pukul 24.00 malam hari. Proses pembentukan eritrosit yang mengalami gangguan menyebabkan pembentukan hemoglobin juga terganggu. Penurunan jumlah eritrosit biasanya disertai penurunan kadar hemoglobin, sehingga penurunan kadar hemoglobin sebagai indikasi turunnya jumlah eritrosit (Hoffbrand, 2005).

2.2 Tinjauan Tentang Eritrosit

2.2.1 Pengertian Eritrosit

Eritrosit merupakan bentuk cakram bikonkaf yang tidak berinti, cekung pada kedua sisinya dan berdiameter kira-kira 7,8 mikrometer dan dengan ketebalan pada bagian yang paling tebal 2,5 mikrometer dan pada bagian tengah 1 mikrometer atau kurang. Fungsi utamanya sel darah merah adalah mengangkut hemoglobin dan mengangkut oksigen dari paru-paru ke jaringan. Pigmen merah yang membawa oksigen dalam sel darah adalah hemoglobin yang terdapat sekitar 300 molekul hemoglobin dalam darah merah. Sel-sel darah merah terdiri dari suatu membran bagian luar, hemoglobin (Hb), protein yang mengandung zat besi (Widman, 2005). pada bagian dinding eritrosit tersusun oleh lipid dan protein (Asscalbiass, 2011). Sedangkan pada bagian dalam, eritrosit memiliki hemoglobin namun tidak memiliki nukleus.

Darah diproduksi dalam sumsum tulang dan nodus limpa. Volume darah manusia sekitar 7%-10% berat badan normal dan berjumlah sekitar 5 liter, jumlah ini berbeda pada setiap orang. Darah terdiri dari dua komponen yaitu plasma darah dan butir-butir darah. Plasma darah adalah bagian cair darah yang sebagian besar

terdiri atas air, elektrolit, dan protein darah. Butir-butir darah (*Blood corpuscles*) terdiri atas tiga elemen yaitu eritrosit (Sel darah merah), leukosit (Sel darah putih), dan trombosit (Butir pembeku/platelet) (Handayani dan Haribowo, 2008).

Eritrosit berasal dari sel punca pluripoten didalam sumsum tulang merah yang menghasilkan seluruh jenis sel darah. Sel punca mieloid adalah sel punca yang terdeferensiasi sebagian menghasilkan eritrosit dan beberapa jenis sel darah lain. Eritroblas berinti akan menjadi eritrosit matur. Sel ini mengeluarkan nukleus dan organelnya, menciptakan ruang yang lebih banyak untuk hemoglobin. Retikulosit merupakan sel darah merah imatur yang mengandung sisa organel (terutama ribosom). Eritrosit matur dilepaskan ke kapiler yang banyak terdapat pada sumsum tulang (Sherwood, 2014).

2.2.2 Proses Pembentukan Eritrosit

Pembentukan sel darah merah atau biasa disebut Eritropoiesis. Sistem sel tubuh manusia dimulai dari masa zigot. Sel zigot akan membelah diri dan berdiferensiasi menjadi semua jenis sel yang disebut totipotensi. Kemudian sel ini menjadi blastula dan membelah diri serta berdiferensiasi menjadi sel 3 lapisan yaitu ektodermis, mesodermis, endodermis. Sel punca hematopoietik berasal dari mesodermis yang memiliki multipotensi dan berdiferensiasi menjadi sel progenitor myeloid dan lymoid. Sel myeloid progenitor akan berdeferensiasi menjadi megakariosit yaitu bakal dari trombosit, erythroid progenitor yaitu bakal dari sel darah merah, myeloblast yaitu bakal dari basophil, neutrophil, eosinophil dan monosit. Sedangkan sel lymoid progenitor akan berdeferensiasi menjadi natural killer cells, sel dendritik, limfosit T dan limfosit B (Anette d'Arqom, 2021).

Sel-sel generasi pertama disebut basofil normoblas, diwarnai dengan pewarna dasar atau basic dyes. Pada tahap ini sel membentuk sedikit hemoglobin, selanjutnya yaitu polikromatofil normoblas dan ortokromatik normoblas, sel-sel penuh dengan hemoglobin hingga konsentrasinya sekitar 34%. Kemudian inti sel atau nukleus berkondensasi atau menjadi ukuran kecil, dan sisa inti sel akhirnya diserap atau diekstrusi dari sel, pada saat yang sama retikulum endoplasma juga diserap. Sel-sel pada tahap ini disebut dengan retikulosit, karena masih mengandung sejumlah kecil bahan basofilik yang terdiri dari sisa-sisa alat golgi, mitokondria, dan beberapa organel sitoplasma lainnya. Selama tahap retikulosit ini, sel-sel berpindah dari sumsum tulang kemudian masuk ke dalam pembuluh darah kapiler dengan cara diapedesis (meremas melalui pori-pori membran kapiler). Bahan basofilik yang tersisa di retikulosit biasanya menghilang dalam 1 hingga 2 hari, dan sel kemudian menjadi eritrosit yang matang. Konsentrasi retikulosit diantara semua sel darah merah biasanya sedikit, yaitu kurang dari 1%. Pada tahap akhir sel sudah tidak mengandung inti sel yang disebut dengan eritrosit (Anette d'Arqom, 2021).

Pembentukan sel darah merah dirangsang oleh hormon glikoprotein, eritropoetin, yang dianggap berasal dari ginjal. Pembentukan eritropoetin dipengaruhi oleh hipoksia jaringan yang dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti perubahan O_2 berkurangnya kadar O_2 darah arteri, dan berkurangnya konsentrasi hemoglobin. Eritropoetin merangsang sel induk untuk memulai poliferasi dan pematangan sel-sel darah merah. Selanjutnya, pematangan tergantung pada jumlah zat-zat makanan yang cukup dan istirahat yang cukup (Anette d'Arqom, 2021).

2.2.3 Faktor Yang Mempengaruhi Pembentukan Eritrosit

Beberapa faktor yang mempengaruhi eritropoiesis diantaranya karena faktor lingkungan eritropoiesis terjadi, disebabkan karena banyaknya sitokin dan kimokin kimia yang dapat mempengaruhi perkembangan sel. Eritropoiesis terjadi dengan kecepatan konstan dalam kondisi fisiologis namun, eritropoiesis bisa juga dalam keadaan stres, terjadi seperti pada anemia kronis, sepsis, atau trauma berat yang menghasilkan eritrosit baru secara cepat. Faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit antara lain hormon eritropoietin yang berfungsi merangsang pembentukan eritrosit (eritropoiesis) dengan memicu produksi proeritroblas dari sel – sel hemopoietik dalam sumsum tulang. Protein merupakan unsur utama dalam pembentukan eritrosit darah. Enzim protease dalam tubuh merupakan enzim ekstraseluler yang berfungsi menghidrolisis protein menjadi asam amino yang dibutuhkan tubuh (Meyer dan Harvey, 2004).

2.2.4 Faktor Yang Mempengaruhi Jumlah Sel Darah Merah

Beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah sel darah merah didalam tubuh yaitu :

a. Jenis kelamin

wanita dan laki – laki memiliki range normal untuk dihitung jumlah eritrosit yang berbeda karena pada dasarnya jumlah sel eritrosit pria lebih banyak dibanding wanita karena dipengaruhi oleh hormon androgen yang hanya dimiliki oleh pria (Estetika, dkk. 2000).

b. Usia

perbedaan usia juga mempengaruhi jumlah sel eritrosit karena setiap tingkat usia memiliki range normal yang berbeda-beda (Estetika, dkk. 2000).

c. Geografis alam

keadaan geografis juga mempengaruhi jumlah sel eritrosit karena orang yang tinggal didaerah pegunungan cenderung memiliki jumlah eritrosit yang lebih banyak dibanding mereka yang tinggal didaerah pesisir. Hal ini dipengaruhi oleh suhu dan tekanan yang ada (Estetika, dkk. 2000).

d. Kondisi tubuh

kondisi tubuh sangat mempengaruhi jumlah eritrosit hal ini dikarenakan misalnya terjadi pendarahan maka sel eritrosit akan menurun drastis atau infeksi maka sel eritrosit secara spontan bisa meningkat (Estetika, dkk.2000).

2.2.5 Pemeriksaan Jumlah Eritrosit

Pemeriksaan hitung jumlah eritrosit adalah pemeriksaan yang bertujuan untuk menentukan jumlah eritrosit dalam 1 μ L darah yang digunakan sebagai tes skrining penyakit anemia dan polisitemia (Gandasoebrata, 2010). Cara menghitung jumlah eritrosit dapat dilakukan dengan dua metode, yaitu manual dan otomatis. Cara manual dilakukan dengan metode kamar hitung, yaitu darah diencerkan menggunakan larutan isotonik yang kemudian dihitung didalam kamar hitung. Sedangkan hitung jumlah eritrosit metode otomatis adalah menghitung jumlah eritrosit menggunakan alat penghitung otomatis yaitu hematology analyzer (A. Garini dkk, 2019).

2.3 Tinjauan Tentang Hemoglobin

2.3.1 Pengertian Hemoglobin

Hemoglobin atau Hb merupakan gabungan dari dua kata yaitu heme (besi) dan globin (protein). Hemoglobin merupakan suatu protein yang mengandung zat besi, terdapat dalam sel darah merah dan berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru

– paru ke seluruh tubuh (Irianto, 2010). Protein yang mengandung zat besi tersebut memiliki afinitas (daya gabung) terhadap oksigen untuk membentuk oksihemoglobin di dalam sel darah merah, kemudian oksigen di bawah dari paru – paru ke seluruh jaringan tubuh (Pearce, 2009). Hemoglobin merupakan zat menyebabkan darah berwarna merah. Kadar hemoglobin normal pada darah manusia dewasa 13,5 – 17 g/dL pada pria, 12 – 15 g/dL pada wanita, 14 – 24 g/dL bayi baru lahir, 10 – 17 g/dL pada bayi, dan 11 – 16 g/dL pada anak (Kee Joyce, 2014).

2.3.2 Fungsi hemoglobin

Hemoglobin mempunyai beberapa fungsi diantaranya :

- a. Mengatur pertukaran O₂ dan CO₂ dalam jaringan tubuh.

Hb adalah suatu molekul alosterik yang terdiri atas empat subunit polipeptida dan bekerja untuk menghantarkan O₂ dan CO₂. Hb mempunyai afinitas untuk meningkatkan O₂ ketika semua molekul diikat, akibatnya kurva disosiasi berbelok yang memungkinkan Hb menjadi jenuh dengan O₂ dalam paru dan secara efektif melepaskan O₂ ke dalam jaringan.

- b. Mengambil O₂ dari paru – paru, membawa dalam aliran darah dan memberikannya pada jaringan tubuh.

Hemoglobin adalah suatu protein yang kaya akan zat besi. Hemoglobin dapat membentuk oksihemoglobin (HbO₂) karena terdapatnya afinitas terhadap O₂ itu sendiri. Melalui fungsi ini maka O₂ dapat di transpor dari paru – paru ke jaringan.

- c. Membawa CO₂ dari jaringan tubuh sebagai hasil metabolisme menuju paru – paru untuk dibuang.

Hemoglobin merupakan porfirin besi yang terikat pada protein globin. Protein terkonyugasi ini mampu berikatan secara reversible dengan O₂ dan bertindak sebagai transpor O₂ dalam darah. Hemoglobin juga berperan penting dalam mempertahankan bentuk sel darah merah yang bikonkaf, jika terjadi gangguan pada bentuk sel darah ini maka keluesan sel darah merah dalam melewati kapiler menjadi kurang maksimal (Maretdiyani, 2013).

2.3.3 Tahap Pembentukan Hb

Tahap pembentukan Hb dimulai dari eritroblast dan terus berlangsung sampai tingkat normoblast dan retikulosit. Dari penyelidikan dengan isotop diketahui bahwa bagian hem dari hemoglobin terutama disintesis dari asam asetat dan glisin. Sebagian besar sintesis ini terjadi didalam mitokondria. Langkah awal sintesis adalah pembentukan senyawa pirol, selanjutnya empat senyawa pirol bersatu membentuk senyawa protopofirin yang kemudian berikatan dengan besi membentuk molekul hem, akhirnya keempat molekul hem berikatan dengan satu molekul globin. Satu globin yang disintesis dalam ribosom retikulum endoplasma membentuk Hb (Djariyanto, 2008).

Sintesis Hb dimulai dari suksinil koA yang dibentuk dalam siklus krebs berikatan dengan glisin yang dipengaruhi oleh enzim asam aminolevolinat (ALA) molekul pirol. Koenzim pada reaksi tersebut yaitu piridoksal fosfat (vitamin B6) yang dirangsang oleh eritropoetin, kemudian empat pirol bergabung untuk

membentuk protoporphilin IX yang kemudian bergabung dengan rantai polipeptida panjang yang disebut globin yang disintesis diribosom membentuk subunit yang disebut rantai Hb (Djariyanto, 2008).

Pembentukan Hb dalam sitoplasma terjadi bersama dengan proses pembentukan DNA dalam inti sel. Hb merupakan unsur terpenting dalam plasma eritrosit. Molekul Hb terdiri dari globin, protoporfirin, dan besi. Globin dibentuk di sekitar ribosom sedangkan protoporfirin dibentuk disekitar mitokondria, besi didapat dari transferin. Pada permulaan sel eritrosit berinti terhadap reseptor transferin. Gangguan dalam pengikat besi untuk membentuk Hb akan mengakibatkan terbentuknya eritrosit dengan sitoplasma yang kecil dan kurang mengandung Hb. Tidak berhasilnya sitoplasma sel eritrosit berinti mengikat Fe untuk pembentukan Hb dapat disebabkan oleh rendahnya kadar Fe dalam darah (Djariyanto, 2008).

2.3.4 Faktor Yang Mempengaruhi Kadar Hemoglobin

Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kadar hemoglobin diantaranya adalah (Estridge dan Reynolds, 2012). :

a. Perdarahan

pada saat tubuh kehilangan darah dalam waktu yang lama, tubuh tidak dapat mengabsorpsi cukup besi dari usus untuk membentuk hemoglobin secepat darah yang hilang. Ketika mengalami perdarahan yang cepat tubuh akan berusaha mengganti cairan plasma dalam waktu 1 sampai 3 hari yang akan menyebabkan konsentrasi sel darah merah menjadi rendah. Bila perdarahan tidak berlanjut maka dalam waktu 3 sampai 6 minggu

konsentrasi sel darah merah akan kembali ke keadaan normal. Maka terbentuklah sel darah merah yang berukuran jauh lebih kecil dari ukuran normalnya dan mengandung sedikit hemoglobin. Keadaan inilah yang dapat menimbulkan anemia.

b. Kelainan pada sel darah merah

kelainan sel darah merah sering kali didapat secara keturunan. Sel – sel darah merah bersifat rapuh sehingga akan mudah pecah ketika melewati kapiler terutama ketika melalui limpa. Kelainan sel darah merah dapat berupa ukurannya yang sangat kecil dan berbentuk sferis, terdapat kandungan hemoglobin upnormal dalam darah serta reaksi antibodi yang upnormal dalam darah yang menyebabkan rapuhnya sel darah merah. Keadaan anemia yang parah dapat terjadi jika mengalami keadaan – keadaan tersebut.

c. Usia

semakin bertambah usia semua fungsi organ manusia akan semakin mengalami penurunan fisiologis termasuk penurunan sumsum tulang yang memproduksi sel darah merah. Selain itu kemampuan sistem pencernaan dalam menyerap zat – zat yang dibutuhkan oleh tubuh terutama dalam hal ini adalah Fe juga berkurang. Sehingga ketika terjadi perdarahan atau ketika melakukan aktivitas berat, orang tua atau usia lanjut mudah mengalami penurunan kadar hemoglobin. Pada orang tua toleransi terhadap penurunan kadar hemoglobin kurang baik karena adanya efek kekurangan oksigen pada organ jika terjadi gangguan kompensasi kardiovaskular normal.

d. Aktivitas fisik

kegiatan fisik yang berat seperti olahraga dan begadang dapat meningkatkan resiko penurunan kadar hemoglobin. Hal ini dikarenakan saat melakukan aktivitas meningkatkan kebutuhan metabolik sel. Dimana didalam sistem metabolik tubuh dibutuhkan oksigen yang memadai sedangkan oksigen dibawa oleh hemoglobin, produksi hemoglobin juga dapat menurun jika pembentukan hemoglobin yaitu Fe dalam tubuh tidak memadai.

2.3.5 Pemeriksaan Hemoglobin

Pemeriksaan hemoglobin dilakukan untuk mendiagnosa suatu penyakit, untuk mengetahui ada tidaknya gangguan kesehatan pada pasien, misalnya anemia yang dapat diartikan penurunan jumlah total hemoglobin atau jumlah sel darah merah yang menyebabkan oksigen tidak mencukupi untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tubuh (Arulprakash dan Umaiorubahan, 2018). Kemampuan hemoglobin untuk mengikat oksigen tidak bekerja secara maksimum (Keel.J, 2007:34). Konsentrasi hemoglobin dalam darah berkurang karena terganggunya pembentukan sel-sel darah merah akibat kurangnya kadar zat besi dalam darah. Jika simpanan zat besi dalam tubuh seseorang sudah sangat rendah berarti orang tersebut mendekati anemia walaupun belum ditemukan gejala – gejala fisiologis. Simpanan zat besi yang sangat rendah lambat laun tidak akan cukup untuk membentuk sel – sel darah merah didalam sumsum tulang sehingga kadar hemoglobin terus menurun dibawah batas normal (Anette d'Arqom, 2021)

2.3.6 Dampak Kadar Hemoglobin Yang Rendah

Dampak akut dari kekurangan hemoglobin antara lain :

- a. Sering pusing, merupakan respon dari sistem saraf pusat akibat otak sering mengalami periode kekurangan pasokan oksigen yang di bawah hemoglobin terutama saat tubuh memerlukan energi yang banyak.
- b. Mata berkunang – kunang, merupakan respon dari saraf pusat akibat kurangnya oksigen ke otak dan mengganggu pengaturan saraf mata.
- c. Nafas cepat atau sesak nafas, merupakan respon dari sistem kardiovaskular. Hemoglobin rendah, maka kebutuhan oksigen untuk otot jantung juga berkurang dan kompensasinya menaikkan frekuensi nafas.
- d. Pucat, merupakan respon dari jaringan epitel, hemoglobin yang mewarnai sel darah menjadi merah akan tampak pucat karena kekurangan yang ekstrim.
- e. Selain akibat akut yang ditimbulkan akibat kekurangan hemoglobin, terdapat dampak kesehatan yang lebih berbahaya jika tidak dilakukan upaya meningkatkan kadar hemoglobin menjadi normal seperti anemia.

2.4 Tinjauan Tentang Hematologi Analyzer

2.4.1 Pengertian Hematologi Analyzer

Hematologi analyzer adalah alat yang digunakan untuk memeriksa darah lengkap dengan cara menghitung dan mengukur sel darah secara otomatis berdasarkan impedansi aliran listrik atau berkas cahaya terhadap sel – sel yang dilewatkan. Pemeriksaan darah yang dilakukan alat ini adalah hematologi rutin seperti pemeriksaan hemoglobin, hitung jumlah eritrosit, hitung sel leukosit

meliputi sel eosinofil, monosit, basofil, limfosit, dan neutrofil tergantung jenis DIF alat tersebut serta hitung jumlah sel trombosit (Koeswardan, dkk. 2001)

2.4.2 Prinsip Kerja Hematologi Analyzer

Cara kerja dari hematologi analyzer yaitu sampel darah dicuci selama 200 kali lalu dicampur dengan hemolizing kemudian akan dihitung hemoglobin (Hb) dan White Blood Cell (WBC)nya. Kemudian untuk perhitungan Red Blood Cell(RBC) dan platelet darah akan dicuci selama 200 kali dan kemudian semua data diolah di mikroprosesor yang kemudian akan ditampilkan dalam monitor atau display (Horiba medical, 2012).

2.4.3 Metode Pengukuran Pada Alat Hematologi Analyzer

Ada beberapa macam metode pengukuran yang digunakan pada alat hematologi analyzer, antara lain sebagai berikut :

2.4.3.1 Elektrikal Impedance (Mengukur jumlah WBC,RBC, dan Platlet)

Instrumen ini menggunakan metode pengukuran sel yang disebut *Volumetric Impedance*. Pada metode ini, larutan elektrolit (diluent) yang telah dicampur dengan sel – sel darah dihisap melalui *Aperture*. Pada bilik pengukuran terdapat dua elektroda yang terdiri dari internal Elektrode dan Eksternal Elektrode, yang terletak dekat dengan *Aperture*. Kedua elektroda tersebut dilewati arus listrik yang konstan. Ketika sel – sel darah melalui *Aperture*, hambatan antara kedua elektroda tersebut akan naik sesaat dan terjadi perubahan tegangan yang sangat kecil sesuai dengan nilai tahanannya dan diterima *Detection Circuit*. Kemudian sinyal tegangan tersebut dikuatkan atau diperbesar pada rangkaian amplifier, lalu

dikirim ke rangkaian elektronik. Pada rangkaian elektronik terdapat Threshold Circuit yang berfungsi untuk menghilangkan sinyal noise yang diakibatkan oleh :

- a. Elektrik Noise (Gangguan Listrik)
- b. Debu
- c. Sisa – sisa cairan
- d. Partikel yang lebih kecil atau lebih besar dari sel darah yang diukur.

Untuk mendapatkan nilai puncak, sinyal dikirim ke *A/D Converter*. Kemudian data yang diperlukan disimpan pada memori untuk setiap nilai maksimum. Data tersebut akan di koreksi oleh CPU dan akan ditampilkan pada layar LCD. Jumlah sinyal untuk setiap ukuran sel disimpan pada memori dalam bentuk histogram. Sel RBC dan PLT yang dihitung memiliki ukuran yang berbeda sehingga CPU dapat membedakan penghitungan untuk setiap jenis sel. Sedangkan ketiga jenis sel WBC yang dihitung memiliki ukuran sel yang hampir sama sehingga CPU menggunakan histogram untuk membedakan populasi ketiga jenis sel WBC (M.Biomed C dan Lestari E, 2011).

Terkadang terdapat dua sel atau lebih yang melewati aperture secara bersamaan. Peristiwa ini disebut *Coincidence*. Apabila larutan sampel sudah cukup diencerkan dan dicampur. *Coincidence* ini dapat diprediksi secara statistik dengan tingkat keakuratan yang tinggi. Pada perangkat lunak terdapat tabel koreksi untuk kompensasi hal ini (Goswami dkk, 2010).

2.4.3.2 Fotometri (Mengukur Jumlah Hb)

Fotometri adalah pengukuran yang hanya digunakan untuk mengukur Hb saja dengan prinsip kerja berdasarkan absorbansi cahaya oleh foto detektor.

- a. Sinar Polikromatik yang berasal dari lampu (Wolframat, Tungstan, Mercury) akan dilewatkan pada sebuah filter, dan menjadi sinar monokromatik.
- b. Sinar monokromatik ini melalui kuvet yang berisi sampel yang akan diperiksa.
- c. Beberapa sinar akan diserap oleh sampel tersebut, dan sebagian akan diteruskan.
- d. Sinar yang diteruskan ini akan diterima detektor.
- e. Kemudian nilai yang didapat akan diproses pada rangkaian pemroses data (Mengko, 2013).

2.4.4 Flowcytometry (Sistem Optik)

- a. Sel melalui sebuah chamber flowcell, kemudian ditembakkan sumber cahaya (laser) yang difokuskan.
- b. Cahaya yang diterima sel akan dipendarkan saat laser ditembakkan.
- c. foto detektor menangkap cahaya dari berbagai sudut spesifik yang dapat membedakan jenis sel darah. FS untuk membedakan ukuran, FLS untuk membedakan complexity-nya (komposisi inti), dan SDS untuk membedakan granularity-nya (komposisi granula)
- d. informasi tentang jumlah dan ukuran sel yang telah didapat diproses dan dikonversikan dalam bentuk digital.
- e. kemudian alat akan melakukan kalkulasi secara auto dan menampilkan pada layar dalam bentuk diagram dan angka (Mengko, 2013).

2.4.5 Histogram/ Kalkulasi

Metode pengukuran ini berdasarkan penjumlahan dari hasil – hasil yang didapat dari pengukuran oleh dua metode diatas. Metode ini dikenal dengan *Complete Blood Count (CBC)*. *Complete Blood Count (CBC)* adalah suatu perhitungan untuk menganalisis berbagai macam komponen darah :

1. RBC : Red Blood Cell / Sel Darah Merah
2. HGB : Hemoglobin Concentration / Konsentrasi Hemoglobin
3. HCT : Hematokrit
4. MCV : Mean Corpuscular Volume / Rata-rata volume Sel Darah
5. MCH : Mean Corpuscular Hemoglobin / Rata-rata Sel Hemoglobin
6. MCHC : Mean Corpuscular Hemoglobin Honcentration / Rata-rata Konsentrasi Sel Hemoglobin
7. RDW : Red blood sel Distribution Width / Lebar distribusi sel darah merah
8. PLT : Platelet Count / Perhitungan Trombosit
9. PCT : Platelet Crit
10. MPV : Mean Platelet Volume / Kelompok Volume Trombosit
11. PDW : Platelet Distribution Width / Lebar Distribusi Trombosit

(M.Biomed C dan Lestari E, 2011).

2.4.5 Perawatan Alat Hematologi Analyzer

Untuk perawatan hematologi analyzer adalah menyimpan dengan baik ditempat yang datar dan kering. Alatnya pun harus dijaga dalam keadaan kering jika tidak digunakan untuk tetap menjaga keawetan alat. Kebersihannya juga

penting dijaga agar ketelitiannya tetap terjaga dan harus mendapatkan perhatian khusus seperti:

1. Periksa teknik sampling dan jenis spesimen yang digunakan
2. Check suhu ruang memenuhi suhu pada 18-20 derajat celcius
3. Check cara penyimpanan dan lama penyimpanan
4. Lakukan homogenisasi sebelum mengukur minimal 1 menit
5. Pastikan alat telah di Warm Up
6. Check kondisi volume dan kemasan reagent diluent, lyse, dan rinse
7. Lakukan pencucian setiap 20 sampel running
8. Lakukan pemeliharaan dengan menggunakan larutan pencuci hioklorit setiap minggu
9. Lakukan setiap 2 minggu sekali atau sebulan sekali menggunakan larutan enzim digesif (EZ cleanser) untuk menghancurkan sisa bekuan atau sisa pembuangan darah yang tidak sempurna
10. Jangan gunakan alat selama 24 jam penuh tanpa istirahat, karena dapat berakibat kesalahan pencucian alat dan lesalahan keakuratan alat berkurang
11. Gunakan darah kontrol yang masih baru dan tidak expired dare
12. Konsultasikan hasil print out hematologi analyzer dengan staf ahli laboratorium (Patologi Klinik, 2011).

2.4.6 Keuntungan dan Kerugian Alat Hematologi Analyzer

Keuntungan dari hematologi analyzer adalah sampel yang tidak terlalu banyak, efektifitas waktu, ketepatan hasil pemeriksaan. Sedangkan kerugian hematologi analyzer yaitu tidak mampu menghitung sel yang abnormal.

Pemeriksaan yang dilakukan oleh hematologi analyzer ini tidak selamanya berjalan mulus namun pada kenyataannya alat ini juga memiliki beberapa kelemahan seperti dalam hal menghitung sel – sel yang abnormal. Seperti dalam pemeriksaan hitung jumlah sel, ada saja kemungkinan bila nilai dari hasil hitung leukosit atau trombosit adalah rendah dikarenakan ada beberapa sel yang tidak terhitung sebab sel tersebut memiliki bentuk yang tidak normal (Horiba medical, 2012).



Gambar 2.1 Alat Hematologi Analyzer

(Sumber : Analyzer, A. H. (n.d.). *Auto Hematology Analyzer handbook.*)