

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ginjal**

##### **2.1.1 Struktur dan Anatomi Ginjal**

Ginjal merupakan organ saluran kemih yang berbentuk seperti biji kacang yang terletak pada dinding posterior abdomen, di daerah lumbal, di sebelah kanan dan kiri tulang belakang. Setiap ginjal panjangnya 6 sampai 7,5 sentimeter, dan tebal 1,5- 2,5 sentimeter. Besar dan berat ginjal sangat bervariasi, tergantung jenis kelamin dan umur. Ginjal laki - laki relatif lebih besar ukurannya daripada perempuan. Beratnya bervariasi antara 120 -170 gram atau kurang lebih 0,4% dari berat badan (Syaifuddin, 2006). Darah yang melewati ginjal sebanyak 350 kali setiap hari dengan laju 1,2 liter per menit, menghasilkan 125 cc *filtrate glomeruler* per menitnya (Price, 2005).

##### **2.1.2 Fungsi dan Mekanisme Kerja Ginjal**

Ginjal berfungsi untuk menjaga keseimbangan internal (*milieu interieur*) dengan jalan menjaga komposisi cairan ekstra seluler, menyaring (*filtrasi*) sisa hasil metabolisme dan toksin dari darah, serta mempertahankan homeostasis cairan dan elektrolit tubuh. Fungsi ginjal yang lain diantaranya adalah serta mengatur hormon eritropoetin (yang berfungsi dalam pembentukan sel darah merah di sumsum tulang), enzim renin (pengatur tekanan darah), dan kalsitriol (pengatur keseimbangan kadar kalsium ), serta mengatur kadar mineral, air, dan zat kimia yang beredar di dalam darah (Alam & Habiroto, 2008).

### 2.1.3 Gagal Ginjal Kronik

Penyakit ginjal kronik merupakan suatu proses patofisiologi dengan etiologi yang beragam, mengakibatkan penurunan fungsi ginjal yang progresif, dan pada umumnya berakhir dengan kelainan klinis yang ditandai dengan penurunan fungsi ginjal yang irreversible, yang mana pada suatu derajat memerlukan terapi pengganti ginjal yang tetap, berupa dialysis atau transplantasi ginjal (Suwitra K, 2014).

Uremia adalah suatu sindroma klinik dan laboratorik yang terjadi pada semua organ, akibat penurunan fungsi ginjal pada penyakit ginjal kronik. Gejala sindroma uremia yang dini ialah gangguan fungsi gastrointestinal. Penderita merasa mual-mual, muntah muntah dan tidak nafsu makan. Gejala - gejala tersebut diduga akibat timbunan metabolit, antara lain: metilguanidin, asam guanidinosuksinat, asam parahidroksi - fenilasetat, fenol, indol, asam-asam aromatik, dan senyawa-senyawa amin. Metabolit-metabolit tersebut berasal dari degradasi protein (Syaifuddin, 2006)

Menurut National Kidney Foundation kriteria penyakit ginjal kronik adalah :

1. Kerusakan ginjal  $\geq 3$  bulan, berupa kelainan struktural atau fungsional dari ginjal, dengan atau tanpa berkurangnya Laju Filtrasi Glomerulus (LFG), dengan manifestasi berupa kelainan patologi atau kelainan laboratorik pada darah, urin, atau kelainan pada pemeriksaan radiologi.
2. LFG  $< 60$  ml/menit per  $1,73$  m<sup>2</sup> luas permukaan tubuh selama  $> 3$  bulan, dengan atau tanpa kerusakan ginjal.

Tahapan Penyakit Ginjal Kronik menurut The National Kidney Foundation Kidney Disease Improving Global Outcomes (NKF-KDIGO) tahun 2012 adalah :

- a. Tahap 1: Kerusakan ginjal dengan GFR normal atau  $GFR > 90 \text{ ml/min/1.73m}^2$ .
- b. Tahap 2 : Kerusakan ginjal ringan dengan  $GFR 60-89 \text{ ml/min/1.73m}^2$
- c. Tahap 3 : Kerusakan ginjal sedang dengan  $GFR 30-59 \text{ ml/min/1.73m}^2$ .
- d. Tahap 4 : Kerusakan ginjal berat dengan  $GFR 15-29 \text{ ml/min/1.73m}^2$ .
- e. Tahap 5 : Gagal ginjal,  $GFR < 15 \text{ ml/min/1.73m}^2$ . Tahap ini sering disebut End Stage Renal Disease (ESRD, Gagal ginjal terminal) dan perlu tindakan hemodialisis.

#### **2.1.3.1 Anemia Pada Gagal Ginjal Kronik**

Anemia merupakan salah satu komplikasi yang sering terjadi pada penyakit gagal ginjal kronik (GGK). Anemia hampir selalu ditemukan pada penderita Gagal Ginjal Kronis (80-95%), kecuali pada penderita Gagal Ginjal Kronis karena ginjal polikistik. Anemia pada penderita Gagal Ginjal sudah dimulai sejak awal yaitu sejak timbulnya penyakit. Sejalan dengan kerusakan jaringan ginjal yang progresif derajat anemianya akan meningkat (Ulya, 2007).

Penyebab utama terjadinya anemia pada pasien dengan GGK adalah defisiensi eritropoietin (EPO) sebagai akibat kerusakan sel-sel penghasil EPO (sel peritubuler) pada ginjal. Ketika ginjal mendeteksi rendahnya kadar oksigen dalam darah maka ginjal akan melepaskan hormon yang disebut eritropoietin (EPO) yang akan menuju sumsum tulang untuk menstimulasi pembentukan sel darah

merah (Lankhorst dan Wish, 2010). Faktor lain yang mempengaruhi diantaranya, adanya zat inhibitor eritropoesis, perdarahan akibat trombotasi, anemia hemolitik akibat terjadinya mikroangiopati, kehilangan darah akibat pengambilan darah untuk pemeriksaan laboratorium dan defisiensi zat besi dan zat nutrisi lainnya (Suwitra K, 2014).

Penderita gagal ginjal kronik dengan hemodialisis memiliki resiko kehilangan darah, disebabkan karena terjadinya disfungsi platelet, akibat dari dialysis. Hemodialisis merupakan pengaturan yang efektif bagi keadaan Gagal Ginjal, tetapi sekresi eritropoietin tidak mengalami perbaikan dan anemia tetap berlanjut.

Insidensi anemia meningkat seiring dengan naiknya stadium gagal ginjal kronik. Anemia pada gagal ginjal kronik stadium 1 dan 2 kurang dari 10%, pada stadium 3 meningkat menjadi 20-40%, 50-60% pada stadium 4, dan menjadi lebih dari 70% pada stadium 5 (Lankhorst & Wish, 2010).

## 2.2 Indeks Eritrosit

Indeks eritrosit atau mean corpuscular value adalah suatu nilai rata-rata yang dapat memberi keterangan mengenai rata-rata eritrosit dan mengenai banyaknya hemoglobin per-eritrosit. Indeks eritrosit terdiri atas volume atau ukuran Eritrosit (*Mean Corpuscular Values* (MCV) atau volume eritrosit rata-rata), Berat (*Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) atau hemoglobin eritrosit rata-rata, dan Konsentrasi (*Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) atau kadar hemoglobin eritrosit rata-rata), dan perbedaan ukuran (*RDW : RBC Distribution width* atau luas distribusi eritrosit). Pemeriksaan Indeks eritrosit

digunakan sebagai pemeriksaan penyaring untuk mendiagnosis terjadinya anemia dan mengetahui anemia berdasarkan morfologinya (Kee, 2007).

### **2.2.1 MCV (*Mean Corpuscular Volume*) atau Volume Eritrosit Rata-rata (VER)**

*Mean Corpuscular Values* (MCV) adalah volume rata-rata sebuah eritrosit yang dinyatakan dengan satuan *femtoliter* (fl). Rumus perhitungannya :

$$\text{MCV} = \frac{\text{Nilai Hematokrit}}{\text{Jumlah Eritrosit}} \times 10$$

Nilai normal MCV = 82 – 92 Fl, dengan perhitungan elektronik MCV diukur secara langsung, tetapi MCV dapat ditentukan secara manual dengan membagi hematokrit dengan hitung sel darah merah. Penurunan MCV terjadi pada pasien anemia mikrositik, defisiensi besi, arthritis rheumatoid, thalasemia, anemia sel sabit, hemoglobin C, keracunan timah dan radiasi. Peningkatan MCV terjadi pada pasien anemia aplastik, anemia hemolitik, anemia penyakit hati kronik, hipotiridisme, efek obat vitamin B12, anti konfulsan dan anti metabolik (Gandasoebrata , 2013).

### **2.2.2 MCH (*Mean Corpuscular Hemoglobin*) atau HER (Hemoglobin Eritrosit rata-rata)**

*Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) adalah jumlah hemoglobin per eritrosit yang dinyatakan dengan satuan pikogram (pg). Rumus perhitungannya :

$$\text{MCH} = \frac{\text{Nilai Hemoglobin}}{\text{Jumlah Eritrosit}} \times 10$$

Nilai Normal MCH = 27– 31 pg, dengan perhitungan elektronik MCH diukur secara langsung, tetapi MCH juga dapat ditentukan secara manual apabila hemoglobin dan hitung sel darah merah diketahui. Penurunan MCH terjadi pada pasien anemia mikrositik dan anemia hipokromik. Peningkatan MCH terjadi pada pasien anemia defisiensi besi (Gandasoebrata, 2013).

### 2.2.3 MCHC (*Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration*) atau **KHER** (Konsentrasi Hemoglobin Eritrosit Rata-rata)

*Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration* (MCHC) adalah konsentrasi hemoglobin per-eritrosit yang dinyatakan dengan satuan gram per *desiliter* (gr/dl). Konsentrasi atau kadar hemoglobin yang didapat per-eritrosit, dinyatakan dalam persen (%). Meskipun dinyatakan dalam persen (%) satuannya lebih tepat gram hemoglobin per dl eritrosit. Rumus perhitungannya :

$$\text{MCHC} = \frac{\text{Nilai Hemoglobin}}{\text{Jumlah Hematokrit}} \times 100$$

Nilai normal MCHC= 30-35 gram per desiliter (gr/dl), dengan perhitungan elektronik MCHC dapat diukur secara langsung, tetapi MCH juga dapat ditentukan secara manual dengan membagi hemoglobin per desiliter darah dengan hematokrit. Penurunan MCH terjadi pada pasien anemia mikrositik dan anemia hipokromik dan peningkatan MCH terjadi pada pasien anemia defisiensi besi (Gandasoebrata , 2013).

#### 2.2.4 Indeks Eritrosit Pasien Gagal Ginjal Kronik

Pemeriksaan indeks eritrosit pada pasien gagal ginjal kronik biasa digunakan untuk mendignosa jenis anemia untuk mengetahui penyebab terjadinya anemia. Anemia pada gagal ginjal memengaruhi kualitas hidup pasien dan menyebabkan terjadi peningkatan morbiditas dan mortalitas. Pemeriksaan indeks eritrosit pada pasien gagal ginjal kronik diharapkan agar penyebab anemia pada pasien gagal ginjal kronik dapat diketahui dan para medis dapat memberi tindakan yang tepat demi keselamatan pasien (Amran, 2016).

Meyer and Harvey (2004) menggolongkan anemia berdasarkan morfologi sel darah merah menjadi :

1. Anemia normositik-normokromik, pada anemia ini jumlah MCV dan MCHC normal. Anemia jenis normositik-normokromik ini menunjukkan ukuran sel darah merah normal dan konsentrasi hemoglobin yang juga normal. Anemia jenis ini dapat disebabkan oleh penyakit gagal ginjal kronik, supresi sumsum tulang, *blood lose* akut, hemolisis akut, gangguan endokrin, serta anemia aplastik.
2. Anemia makrositik-hipokromik, pada anemia ini jumlah MCV tinggi dan MCHC rendah. Anemia jenis ini menunjukkan ukuran sel darah merah yang besar, namun konsentrasi hemoglobinya rendah. Anemia ini sering disebabkan oleh hemoragi maupun hemolisis.
3. Anemia makrositik-normokromik, pada anemia ini jumlah MCV tinggi dan MCHC normal. Anemia jenis ini menunjukkan ukuran sel darah merah besar dan konsentrasi hemoglobin yang normal. Anemia ini disebabkan oleh defisiensi vitmin B12, defisiensi asam folat, dan penyakit intestinal kronis.

4. Anemia mikrositik-hipokromik, pada anemia ini jumlah MCV rendah dan MCHC rendah. Anemia mikrositik-mikrokromik ini menunjukkan ukuran sel darah merah dan konsentrasi hemoglobin di dalamnya sama-sama rendah. Anemia ini sering disebabkan oleh defisiensi Fe, defisiensi vitamin B6, dan gangguan sintesis globin.
5. Anemia mikrositik-normokromik, pada anemia ini jumlah MCV rendah dan MCHC normal. Anemia mikrositik-normokromik ini menunjukkan ukuran eritrosit yang rendah namun konsentrasi hemoglobin di dalamnya normal. Anemia ini sering disebabkan oleh kondisi defisiensi zat besi.

Dibawah ini merupakan tabel klasifikasi jenis anemia berdasarkan Nilai indeks eritrosit (morfologi eritrosit) menurut (Bakta, 2014) :

Tabel 2. Klasifikasi Jenis Anemia berdasarkan Indeks Eritrosit

Jenis Anemia	Penyebab
A. Hipokromik Mikrositik (MCV < 80 fl; MCH < 27 pg)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anemia Defisiensi Besi</li> <li>2. Thalassemia</li> <li>3. Anemia akibat penyakit kronik</li> <li>4. Anemia Sideroblastik</li> </ol>
B. Normokromik Normositik (MCV 80-100 fl; MCH 27-34 pg)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Anemia pasca pendarahan akut</li> <li>2. Anemia aplastik-hipoplastik</li> <li>3. Anemia hemolitik (terutama bentuk yang didapat)</li> <li>4. Anemia akibat penyakit kronik</li> <li>5. Anemia mieloptisik</li> <li>6. Anemia pada gagal ginjal kronik</li> <li>7. Anemia pada mielofibrosis</li> <li>8. Anemia pada sindrom mielodisplastik</li> <li>9. Anemia pada leukimia akut</li> </ol>
C. Normokromik Makrositik (MCV > 100 fl; MCH >34)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Megaloblastik               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Anemia defisiensi folat</li> <li>b. Anemia defisiensi vit.B12</li> </ol> </li> <li>2. Nonmegaloblastik               <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Anemia pada penyakit hati kronik</li> <li>b. Anemia pada hipotiroid</li> <li>c. Anemia pada sindroma mielodisplastik</li> </ol> </li> </ol>

## **2.3 Hemoglobin (Hb)**

### **2.3.1 Fisiologi**

Hemoglobin merupakan susunan protein yang kompleks yang terdiri dari protein, globulin dan satu senyawa yang bukan protein yang disebut heme. Hemoglobin berfungsi sebagai komponen utama eritrosit yang membawa oksigen dan karbondioksida. Pembentukan hemoglobin memerlukan bahan-bahan penting, yaitu besi (Fe), vitamin B12 (siano-kobalamin) dan asam folat. Diperlukan 1 miligram besi untuk setiap milliliter eritrosit yang diproduksi. Setiap hari, 20-25 miligram besi diperlukan untuk pembentukan eritrosit (eritropoiesis) ; sebanyak 95 % didaur ulang dari besi yang berasal dari perputaran eritrosit dan katabolisme hemoglobin. Kekurangan besi (Fe) maka pembelahan sel akan menghasilkan sel-sel eritrosit yang berukuran lebih kecil dan penurunan jumlah hemoglobin (Riswanto, 2013).

### **2.3.2 Nilai Rujukan**

Nilai rujukan kadar hemoglobin pada bayi baru lahir  $16 \pm 3,0$  g/dl ; bayi 3 bulan  $11,5 \pm 2,0$  g/ dl ; anak usia 1 tahun  $12,0 \pm 1,5$  g/ dl dan anak usia 10-12 tahun  $13,0 \pm 1,5$  g/ dl (Riswanto, 2013).

### **2.3.3 Metode Pemeriksaan Hemoglobin**

#### **1. Metode CuSO<sub>4</sub> (kupri sulfat)**

Cara ini bersifat kualitatif berdasarkan berat jenis darah dan biasanya digunakan sebagai tehnik penapisan untuk menentukan apakah seseorang dapat mendonorkan darahnya, sehingga tidak perlu diketahui kadar Hb dengan tepat.

## 2. Metode Sahli

Metode ini membandingkan warna asam hematin yang dilarutkan dengan HCl 0,1 N dengan warna standar yang terdapat pada alat hemoglobinometer.

## 3. Metode Fotometrik Sianmethemoglobin

Metode sianmethemoglobin adalah metode yang paling luas digunakan karena reagen dan instrument dapat dengan mudah dikontrol terhadap standar yang stabil dan handal. Metode ini merupakan metode yang dianjurkan untuk penetapan kadar hemoglobin di laboratorium oleh WHO (Riswanto, 2013).

### 2.4 Hematokrit (Ht)

#### 2.4.1 Fisiologi

Hematokrit atau *Packed Cell Volume* (PCV). PCV adalah presentase sel darah merah dalam cairan darah. Hematokrit juga disebut sebagai fraksi darah yang terdiri dari sel-sel darah merah (Guyton and Hall 2006). Penetapan hematokrit merupakan salah satu cara pemeriksaan hematologi untuk mengetahui volume eritrosit dalam 100 ml darah yang dinyatakan dalam persen (%). Nilai hematokrit digunakan untuk mengetahui ada tidaknya anemia dan digunakan juga untuk menghitung indek eritrosit (Widman FK, 2005).

Kondisi dimana terjadi peningkatan produksi sel darah merah yang berlebihan akan menyebabkan peningkatan kadar hematokrit. Sedangkan penurunan kadar hematokrit di bawah nilai normal dapat mengindikasikan terjadinya anemia (Guyton and Hall 2006).

#### 2.4.2 Nilai Rujukan

Nilai normal bayi baru lahir : 44-72 % ; anak usia 1-3 tahun : 35-43 % ; anak usia 4-5 tahun : 31-43 % ; anak usia 6-10 tahun : 33-45% (Riswanto, 2013).

### 2.4.3 Metode Pemeriksaan Hematokrit

Pengukuran kadar hematokrit dapat diukur pada darah vena atau kapiler dengan teknik makro atau mikro kapiler, atau dengan instrument otomatis (Riswanto, 2013).

## 2.5 Eritrosit

Eritrosit atau Sel darah merah adalah sel yang memiliki fungsi khusus mengangkut oksigen ke jaringan-jaringan tubuh dan membantu pembuangan karbon dioksida dan proton yang dihasilkan oleh metabolisme jaringan tubuh. Masa hidup eritrosit ialah 120 hari sejak dibentuk di jaringan hematopoietik (Kiswari R, 2014).

Eritrosit itu sendiri mengandung hemoglobin yang mengikat dan mengangkut oksigen dari paru-paru ke berbagai sel atau jaringan tubuh. Jumlah eritrosit yang tinggi terjadi karena adanya hemokonsentrasi akibat dari dehidrasi (kekurangan cairan), sesak nafas, penyakit paru obstruktif kronik, perokok, luka bakar, orang yang tinggal pada dataran tinggi. Penurunan jumlah eritrosit dapat berkaitan dengan masalah klinis seperti anemia (Apriliani, 2014).

Fungsi utama eritrosit adalah melindungi hemoglobin yang terkandung di dalamnya, hemoglobin inilah yang berfungsi sebagai alat transportasi mengangkut oksigen ke seluruh jaringan dan sel tubuh dengan tujuan membantu proses metabolisme (Hubbard, 2013).

### 2.5.1 Nilai Rujukan

Nilai normal eritrosit diklasifikasikan menurut umur dan jenis kelamin. Dewasa laki-laki berkisar 4,5 juta – 5,5 juta sel/mm<sup>3</sup>, dewasa perempuan berkisar antara 3,8 juta – 4,8 juta sel/mm<sup>3</sup>, anak-anak berumur 1 tahun berkisar 3,9 juta –

5,1 juta sel/mm<sup>3</sup>, anak-anak berumur 2-12 tahun berkisar 4,0 juta – 5,2 juta sel/mm<sup>3</sup>, dan bayi yang baru lahir berkisar 5,0 juta – 7,0 juta sel/mm<sup>3</sup> (Dacie dan Lewis, 2012).

## **2.5.2 Metode Pemeriksaan Eritrosit**

### **1. Metode dengan Bilik Hitung**

Darah diencerkan dalam pipet eritrosit menggunakan larutan hayem, kemudian dimasukkan ke dalam kamar hitung. Jumlah eritrosit dihitung dalam volume tertentu dengan menggunakan faktor konversi jumlah eritrosit per ul darah dapat diperhitungkan (Gandasoebrata, 2013).

### **2. Metode otomatis**

Pemeriksaan jumlah eritrosit secara otomatis menggunakan alat hematologi analyzer. Keuntungan metode ini adalah pemeriksaan hitung jumlah eritrosit lebih cepat, tepat, dan efisien waktu. Pengenceran dalam pemeriksaan hitung jumlah eritrosit tepat sehingga diperoleh hasil yang akurat. Kerugian metode ini adalah harga alat penghitung elektronik mahal dan mengharuskan pemakaian dan pemeliharaan yang sangat cermat, dan perlu ada upaya untuk menjamin kecepatan alat bekerja dalam satu program jaminan mutu (*quality control*) (Gandasoebrata, 2013).

## **2.6 Antikoagulan EDTA (Ethylenediamine Tetraacetic Acid)**

Antikoagulan adalah bahan yang digunakan untuk mencegah pembekuan darah. Salah satu antikoagulan yang sering digunakan dalam pemeriksaan hematologi adalah EDTA (*Ethylenediamine Tetraacetic Acid*). Antikoagulan EDTA yang digunakan adalah Dipotasium EDTA (K<sub>2</sub>EDTA) dalam bentuk kering

dan Tripotassium EDTA ( $K_3EDTA$ ) dalam bentuk cair. Antikoagulan EDTA berupa garam yang dapat mengubah ion calcium dari darah menjadi bentuk bukan ion. EDTA sering dipakai dalam bentuk larutan 10%. Namun, apabila ingin menghindarkan pengenceran darah, zat kering pun bisa dipakai karena  $K_2EDTA$  lambat melarut sehingga eritrosit tidak menyusut (Pratama, 2017).

$K_2EDTA$  dan  $K_3EDTA$  merupakan antikoagulan yang dapat digunakan dalam pemeriksaan hematologi karena penggunaannya yang sangat praktis. Kedua Antikoagulan tersebut terdapat didalam tabung EDTA bertutup ulir ungu maka tidak perlu melakukan pipet dan penimbangan sehingga dapat mengurangi kesalahan pra-analitik (Gari, 2008).

Antikoagulan  $K_2EDTA$  dalam bentuk kering memiliki karakteristik tidak menyebabkan pengenceran spesimen sehingga tidak menyebabkan penyusutan eritrosit. Sebaliknya Antikoagulan  $K_3EDTA$  digunakan dalam bentuk cair, cairan tersebut bersifat aditif yang menyebabkan pengenceran spesimen sehingga menyebabkan penyusutan sel-sel eritrosit. Penyusutan sel eritrosit tersebut dapat mempengaruhi nilai indeks eritrosit (Gari, 2008).

*International Council for Standardization in Haematology* merekomendasikan  $K_2EDTA$  dalam bentuk kering sebagai antikoagulan pilihan untuk menghitung sel darah dan ukurannya karena  $K_3EDTA$  dalam bentuk cair memberikan jumlah WBC, Hb, RBC lebih rendah bila digunakan pada konsentrasi tinggi. Pathol (1993) berpendapat bahwa  $K_2EDTA$  kering adalah antikoagulan yang memberikan hitung darah lengkap dengan hasil yang baik dibandingkan dengan tabung yang berisi  $K_3EDTA$  cair karena menyebabkan

pengukuran pemeriksaan seperti Hb, RBC, WBC serta jumlah trombosit yang telah diteliti 1-2% lebih tinggi disebabkan oleh pengenceran spesimen serta terjadi penyusutan sel-sel eritosit.

Tabel 3. Perbedaan antara antikoagulan K<sub>2</sub>EDTA dan K<sub>3</sub>EDTA

NO	K <sub>2</sub> EDTA	K <sub>3</sub> EDTA
1	K <sub>2</sub> EDTA karena berbentuk serbuk kering sehingga tidak aditif.	K <sub>3</sub> EDTA adalah cairan yang bersifat aditif yang dapat mengakibatkan dilusi specimen atau penurunan jumlah sampel.
2	K <sub>2</sub> EDTA tidak berpengaruh terhadap nilai MCV.	K <sub>3</sub> EDTA menurunkan nilai MCV.
3	K <sub>2</sub> EDTA tidak terjadi penyusutan dari RBC (Red Blood Cell) atau eritrosit dengan meningkatnya konsentrasi EDTA.	K <sub>3</sub> EDTA menyebabkan penyusutan RBC (Red Blood Cell) atau eritrosit dengan meningkatnya konsentrasi EDTA karena terjadinya pengenceran sampel atau dilusi spesimen.
4	K <sub>2</sub> EDTA tidak meningkatkan volume sel dengan kenaikan setelah 4 jam.	K <sub>3</sub> EDTA meningkatkan volume sel 1,6% kenaikan setelah 4 jam.
5	Dalam pengukuran pemeriksaan Hb, RBC, WBC dan jumlah trombosit memberikan hasil yang lebih baik. Karena tidak menyebabkan pengenceran spesimen	Dalam pengukuran pemeriksaan Hb, RBC, WBC dan jumlah trombosit telah diteliti 1-2% lebih rendah dari hasil yang diperoleh dengan K <sub>2</sub> EDTA, karena pengenceran spesimen.

## 2.7 Hematology Analyzer

Hematology analyzer merupakan alat yang digunakan untuk menganalisis specimen darah. Hematology analyzer berisi perangkat keras untuk aspirasi dilusi dan menganalisa setiap specimen darah secara keseluruhan meliputi computer, monitor, keyboard, printer dan disk drives. *Hematology analyzer* dapat menghemat waktu pemeriksaan, memiliki ketepatan hasil dan ketelitian yang baik, reproduksibilitas yang tinggi sehingga beban kerja menjadi lebih efisien. Kalibrasi juga harus dilakukan pada instrument, metode pemeriksaan dan reagen. Proses kalibrasi harus dikerjakan secara simultan dalam satu kesatuan dan kondisi juga dilakukan pengecekan terhadap arus listrik, pembuangan limbah

dan tanggal kadaluarsa reagen (Nasri, 2017). Metode kerja hematology analyzer meliputi;

### **1. Impedansi atau konduktometri impedansi atau konduktometri**

Dalam metode elektrik konduksi, menggunakan prinsip konuktivitas yang terjadi pada setiap sel yang melewati sebuah lubang sel pada oriffce (ruang perhitungan). Teknik ini sangat berguna untuk menentukan jumlah dan ukuran partikel yang terlarut dalam larutan elektrik konduksi. Prinsip pengukurannya bahwa darah adalah konduktor yang baik dan pelarut yang digunakan adalah konduktor yang baik. Metode ini menggunakan dua electrode yang satu diletakan daam oriffce dan yang lainnya diletakan dibagian luar. Diantara kedua electrode tersebut (terbuat dari platinum) dialirkan arus listrik konstan. Perhitungan sel terjadi saat sel-sel darah dialirkan melewati lubang bersama mengalirnya larutan (reagen).

### **2. Flow cytometri**

Metode flow cytometri terus berkembang dengan perkembangan elektonik, computer dan reagen, termasuk digunakannya *monoclonal antibody*. Pengukuran dengan flow cytometri menggunakan label flouresensi, selain mengukur jumlah dan ukuran sel, juga dapat mendeteksi pertanda permukaan sel (CD=Cluster of Diferintation), granula intraseluler, struktur intrasitoplasmik dan inti sel. Prinsip pengukuran dari sel-sel sampel masuk kedalam suatu flow chamber, dibungkus oleh cairan pembungkus kemudian dialirkan melewati suatu celah atau lubang dengan ukuran kecil yang memungkinkan sel lewat satu demi satu, kemudian dilakukan pengukuran (Imazu M, 2007).

### 2.7.1 Keuntungan Alat Hematology Analyzer

Hematology Analyzer memiliki beberapa keuntungan antara lain yaitu :

#### 1. Efisiensi Waktu

Alat hematology analyzer dapat melakukan pemeriksaan spesimen darah dengan cepat dengan hanya memerlukan waktu sekitar 3-5 menit.

#### 2. Volume Sampel

Pemeriksaan hematologi dengan Alat hematology analyzer hanya menggunakan sampel sedikit saja. Dalam beberapa kasus pengambilan darah terhadap pasien kadang sulit mendapatkan darah yang dibutuhkan, namun dengan alat hematology analyzer, sampel darah yang digunakan dapat menggunakan darah perifer dengan jumlah darah yang lebih sedikit.

#### 3. Ketepatan Hasil

Hasil yang dikeluarkan oleh alat hematology analyzer ini biasanya sudah melalui quality control yang dilakukan oleh intern laboratorium (Symex).

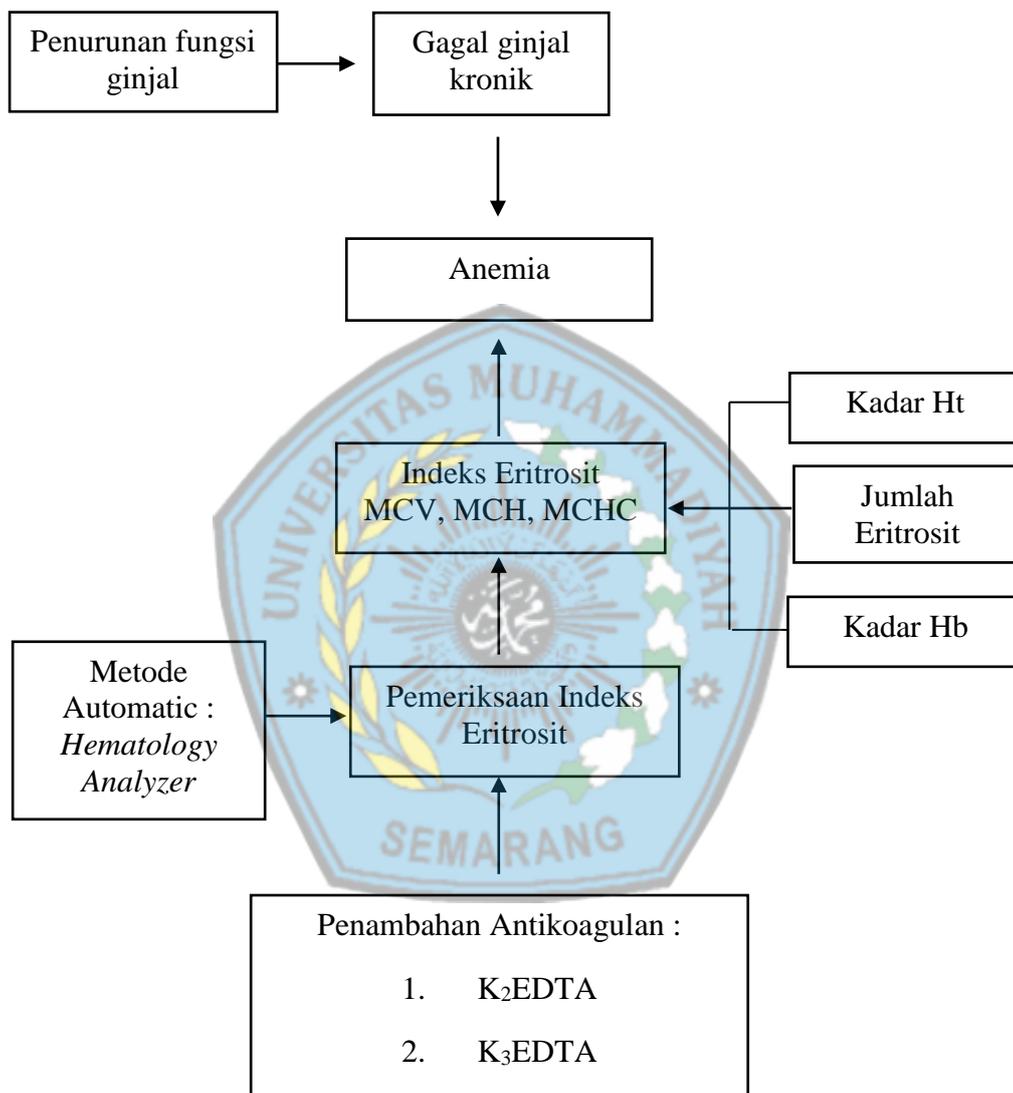
### 2.7.2 Kekurangan Alat Hematology Analyzer

Hematology Analyzer beberapa kekurangan antara lain :

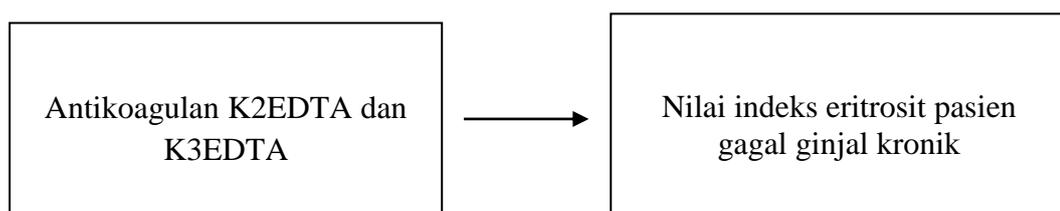
1. Tidak dapat menghitung sel abnormal. Pemeriksaan dengan alat hematology analyzer dalam pemeriksaan hitung jumlah sel, nilai hasil hitung leukosit atau trombosit rendah karena ada beberapa sel yang tidak terhitung karena sel tersebut memiliki bentuk yang abnormal.
2. Perawatan : memerlukan perawatan dengan perhatian khusus seperti : Suhu ruangan yang harus dilakukan kontrol secara berkala, reagen cellpack, stromatolyer WH, cell clean, eight check 3 level EDTA 10%, alkohol 70%.

3. Sampel : Sampel darah dijaga supaya tidak terjadi aglutinasi. Apabila ada darah yang menggumpal maka jika terhisap akan merusak alat (Sysmex).

### 2.8 Kerangka Teori



### 2.9 Kerangka Konsep



### 2.10 Hipotesis Penelitian:

Ada perbedaan nilai indeks eritrosit pasien gagal ginjal kronik dengan menggunakan antikoagulan K<sub>2</sub>EDTA dan antikoagulan K<sub>3</sub>EDTA .

