

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Tinjauan Umum Ginjal**

##### **2.1.1. Deskripsi Ginjal**

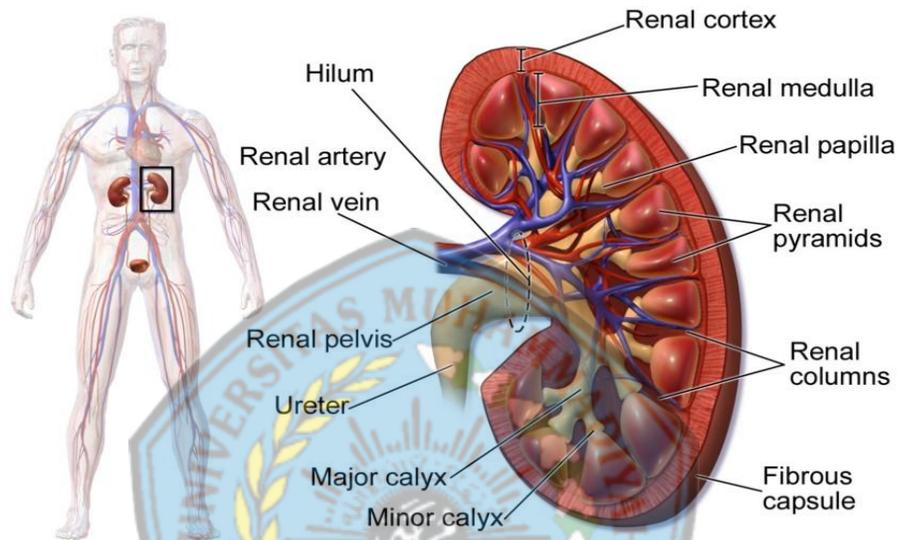
Ginjal adalah organ vital yang berperan dalam mempertahankan kestabilan biologis dalam tubuh. Ginjal berperan penting dalam pengaturan cairan tubuh, keseimbangan elektrolit, pengeluaran hasil metabolit dan ekskresi obat dari dalam tubuh dengan cara filtrasi darah, reabsorpsi selektif air, elektrolit dan nonelektrolit serta mengekskresikan kelebihannya sebagai urin. Ginjal juga mengeluarkan produk sisa metabolisme ( urea, kreatinin, asam urat) dan zat kimia asing (Corwin, 2009).

Ginjal merupakan suatu organ yang berbentuk seperti kacang merah, terletak retroperitoneal pada dinding abdomen di kanan dan kiri columna vertebralis setinggi vertebra T12 hingga L3. Ginjal kanan terletak lebih rendah dari yang kiri karena besarnya lobus hepar. Ginjal dibungkus oleh tiga lapis jaringan. Jaringan yang terdalam adalah kapsula renalis, jaringan pada lapisan kedua adalah adiposa, dan jaringan terluar adalah fascia renal. Ketiga lapis jaringan ini berfungsi sebagai pelindung dari trauma dan memfiksasi ginjal (Corwin, 2009).

##### **2.1.2. Anatomi Ginjal**

Ginjal memiliki korteks ginjal di bagian luar yang berwarna coklat terang dan medula ginjal di bagian dalam yang berwarna coklat gelap. Korteks ginjal mengandung jutaan alat penyaring disebut nefron. Setiap nefron terdiri dari glomerulus dan tubulus. Medula ginjal terdiri dari beberapa massa-massa triangular

disebut piramida ginjal dengan basis menghadap korteks dan bagian apeks yang menonjol ke medial. Piramida ginjal berguna untuk mengumpulkan hasil ekskresi yang kemudian disalurkan ke tubulus kolektifus menuju pelvis ginjal (Corwin, 2009).



Gambar 2.1. Anatomi Ginjal (Corwin, 2009)

Secara mikroskopis, sebuah ginjal dengan potongan memanjang memberi dua gambaran dua daerah yang cukup jelas. Daerah *perifer*/tepi yang beraspek gelap diebut korteks, dan selebihnya yang agak cerah disebut medulla, berbentuk piramida terbalik. Secara mikroskopis, korteks yang gelap tampak diselang dengan interval tertentu oleh jaringan medulla yang berwarna agak cerah, disebut garis medulla (*medullary rays*). Substansi korteks di sekitar garis medulla disebut labirin korteks. Medulla tampak lebih cerah dan tampak adanya jalur-jalur yang disebabkan oleh buluh-buluh kemih yang lurus dan pembuluh darahnya (Corwin, 2009).

### 2.1.3. Fisiologi Ginjal

Ginjal menjalankan fungsi yang vital sebagai pengatur volume dan komposisi kimia darah dan lingkungan dalam tubuh dengan mengekskresikan zat terlarut dan air secara selektif. Fungsi vital ginjal dicapai dengan filtrasi plasma darah melalui glomerulus dengan reabsorpsi sejumlah zat terlarut dan air dalam jumlah yang sesuai di sepanjang tubulus ginjal. Kelebihan zat terlarut dan air diekskresikan keluar tubuh dalam urin melalui sistem pengumpulan urin (Siamak N, 2009).

Ginjal mendapatkan darah yang harus disaring dari arteri. Ginjal kemudian akan mengambil zat-zat yang berbahaya dari darah. Zat-zat yang diambil dari darah pun diubah menjadi urin. Urin lalu akan dikumpulkan dan dialirkan ke ureter setelah ureter, urin akan ditampung terlebih dahulu di kandung kemih dan bila orang tersebut merasakan keinginan berkemih dan keadaan memungkinkan, maka urin yang ditampung di kandung kemih akan dikeluarkan lewat uretra (Siamak N, 2009).

Tiga proses utama akan terjadi di nefron dalam pembentukan urin, yaitu filtrasi, reabsorpsi, dan sekresi. Pembentukan urin dimulai dengan filtrasi sejumlah besar cairan yang hampir bebas protein dari kapiler glomerulus ke kapsula Bowman. Kebanyakan zat dalam plasma, kecuali protein, difiltrasi secara bebas sehingga konsentrasinya pada filtrat glomerulus dalam kapsula Bowman hampir sama dengan plasma. Awalnya zat akan difiltrasi secara bebas oleh kapiler glomerulus tetapi tidak difiltrasi, kemudian di reabsorpsi parsial, reabsorpsi lengkap dan kemudian akan diekskresikan (Siamak N, 2009).

Fungsi ginjal sebagai organ ekskresi. Ginjal memiliki fungsi utama dalam menjaga keseimbangan internal dengan jalan menjaga komposisi cairan ekstraselular. Untuk melaksanakan hal itu sejumlah besar cairan difiltrasi di glomerulus dan kemudian direabsorpsi dan disekresi di sepanjang nefron sehingga zat-zat yang berguna diserap kembali dan sisa-sisa metabolisme dikeluarkan sebagai urin, lebih lanjut lagi dijelaskan fungsi ginjal secara keseluruhan, yaitu :

#### 1) Fungsi Ekskresi

Ginjal dapat berfungsi untuk sisa metabolisme protein (ureum, kalium, fosfat, sulfur anorganik dan asam urat), regulasi volume cairan tubuh dikarenakan aktivitas anti-duaretik (ADH) yang akan mempengaruhi volume urin yang akan dikeluarkan tubuh dan ginjal yang bermanfaat dalam menjaga keseimbangan asam dan basa (Ketut S, 2009).

#### 2) Fungsi Endokrin

Sebagai fungsi endokrin ginjal memiliki tiga fungsi, yaitu :

1. Memiliki partisipasi dalam eritropoesis yaitu sebagai penghasil zat eritropoetin yang dibutuhkan dalam pembentukan sel darah merah.
2. Pengaturan tekanan darah, hal ini dikarenakan terlepasnya granula rennin dari jukstaglomerulus yang merangsang angiotensinogen di dalam darah menjadi angitensi I kemudian diubah kembali menjadi angiotensi II oleh enzim konvertase di paru. Hal ini mengakibatkan terjadinya vasokonstriksi pembuluh darah perifer dan merangsang kelenjar adrenal untuk

memperproduksi aldosteron. Kombinasi kedua inilah yang mengakibatkan terjadinya hipertensi.

3. Ginjal bertugas menjaga keseimbangan kalsium dan fosfor dikarenakan ginjal mempunyai peranan dalam metabolisme vitamin D (Ketut S, 2009).

#### 2.1.4. Nefron ginjal

Unit kerja fungsional ginjal disebut sebagai nefron. Didalam setiap ginjal terdapat sekitar 1 juta nefron yang pada dasarnya mempunyai struktur dan fungsi yang sama. Setiap nefron terdiri dari *kapsula bowman*, *tubulus kontraktus proksimal*, *lengkung henle* dan *tubulus kontraktus distal* yang mengosongkan diri ke duktus pengumpul. Glomerulus bersama *Kapsul Bowman* juga disebut badan Malpigi (NKUDIC, 2010).

Berikut adalah bagian-bagian dari nefron ginjal dan fungsinya:

- 1) Glomerulus

Glomerulus adalah gulungan kapiler korpus renal yang berdiameter 200  $\mu\text{m}$  dan dikelilingi oleh kapsul epitel ber dinding ganda yang disebut Kapsula Bowman. Lapisan luar membentuk batas luar korpuskulus renal (*lamina parietalis*) yang terdiri atas epitel selapis gepeng yang ditunjang lamina basalis dan selapis tipis serat retikulin. Lapisan dalam (*lamina visceralis*) meliputi kapiler glomerulus yang terdiri dari sel-sel *podosit*. Kutub urinarius dari korpuskulus renal, epitel gepeng dari lapisan parietal Kapsula Bowman, berhubungan langsung dengan epitel selindris dari tubulus kontraktus proksimal. Tubulus ini lebih panjang dari tubulus kontraktus distal dan

karenanya tampak lebih banyak dekat korpuskulus renalis dalam labirin korteks (NKUDIC, 2010).

## 2) Tubulus Kontortus Proksimal

Tubulus proksimal (tubulus kontortus proksimal) adalah saluran berliku-liku yang berada setelah glomerulus. Tubulus kontortus proksimal panjangnya mencapai 15 mm dan sangat berliku. Permukaan yang menghadap lumen tubulus ini terdapat sel-sel epitelial kuboid yang kaya akan mikrovili (brush border) dan memperluas area permukaan lumen fungsi tubulus kontortus proksimal adalah untuk melakukan reabsorpsi (penyerapan kembali) zat-zat yang masih dibutuhkan oleh tubuh seperti asam amino (NKUDIC, 2010).

## 3) Lengkung Henle

Lengkung Henle adalah saluran berbentuk U yang merupakan perpanjangan dari tubulus kontortus proksimal. Lengkung Henle terdiri dari bagian menurun dan bagian naik. Bermula dari bagian korteks, lengkung Henle menerima filtrat dari tubulus kontortus proksimal, kemudian menurun hingga ke medulla lewat bagian menurun, kemudian kembali ke korteks melalui bagian naik untuk selanjutnya dibawa ke tubulus kontortus distal. Fungsi utama lengkung Henle adalah untuk mengendapkan garam di interstitium, jaringan yang mengelilingi lengkung Henle dan memisahkan urine yang berada di kedua tubulus tersebut. Panjang Lengkung Henle sekitar 2-14 mm (NKUDIC, 2010).

#### 4) Tubulus Kontortus Distal

Tubulus distal (tubulus kontortus distal) adalah saluran berkeluk-luk yang berada di paling akhir dari saluran nefron. Fungsi tubulus kontortus distal adalah untuk melakukan proses augmentasi atau penambahan zat yang tidak berguna atau berlebihan sehingga urine menjadi pekat dan siap untuk dikeluarkan dari tubuh (NKUDIC, 2010).

Tubulus kontortus distal memiliki struktur dan fungsi yang berbeda dibandingkan tubulus kontortus proksimal. Sel yang mengelilingi tubulus ini memiliki banyak mitokondria untuk memproduksi banyak energi ATP untuk transpor aktif. Kebanyakan transpor ion yang terjadi di tubulus kontortus proksimal diatur oleh sistem endokrin dengan kehadiran hormon paratiroid, tubulus kontortus distal mereabsorpsi lebih banyak kalsium dan mensekresi lebih banyak fosfat. Ketika hormon aldosteron dihadirkan, sodium lebih banyak direabsorpsi dan lebih banyak potasium disekresi. Atrial natriuretik peptida menyebabkan tubulus kontortus proksimal mensekresi lebih banyak sodium. Tubulus ini juga mensekresi kation hidronium dan amonium untuk mengatur pH. Hasil dari augmentasi tubulus kontortus distal merupakan urine sebenarnya (NKUDIC, 2010).

#### 5) Duktus Kolektivus

Duktur kolektivus (tubulus kolektivus) adalah saluran yang berfungsi untuk mengumpulkan urine dari berbagai nefron untuk dibawa ke pelvis dan disimpan dalam kantung kemih untuk beberapa saat sebelum dikeluarkan (NKUDIC, 2010).

## 2.2. Tinjauan Umum Laju Filtrasi Glomerulus

Ginjal memiliki fungsi bermacam-macam termasuk filtrasi glomerulus, reabsorpsi dan sekresi dari tubulus, pengenceran dan pemekatan urine, pengasaman urine, serta memproduksi dan memetabolisme hormon. Berdasarkan semua fungsi tersebut parameter untuk mengetahui fungsi dan progresi penyakit adalah laju filtrasi glomerulus dan kemampuan ekskresi (Abbas. M, 2012).

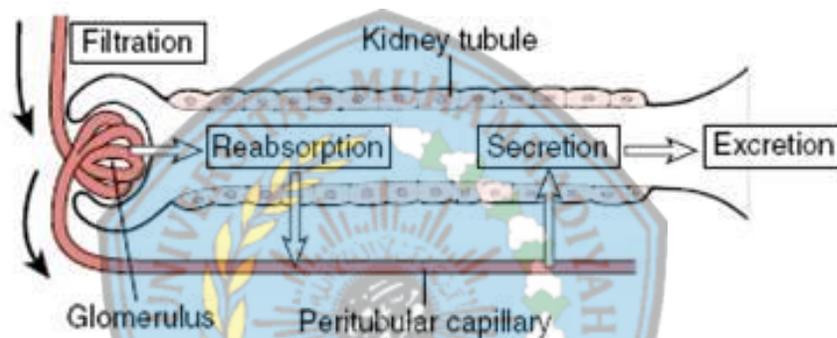
Fungsi Filtrasi Glomerulus dan konsep Klirens Ginjal Laju Filtrasi Glomerulus (LFG) adalah mengukur berapa banyak filtrat yang dapat dihasilkan oleh glomerulus. Ini adalah pengukuran paling baik dalam menilai fungsi ekskresi. Setiap nefron, Filtrasi dipengaruhi oleh aliran plasma, perbedaan tekanan, luas permukaan kapiler, dan permeabilitas kapiler. LFG merupakan jumlah dari hasil semua nefron (rata-rata 1 juta nefron tiap ginjal). Homer Smith adalah peneliti yang memberi nama *renal clearance* sebagai istilah untuk menilai LFG (Abbas. M, 2012).

Ginjal mempertahankan komposisi cairan ekstraseluler yang menunjang fungsi semua sel tubuh. Kemampuan ginjal untuk mengatur komposisi cairan ekstraseluler merupakan fungsi per satuan waktu yang diatur oleh epitel tubulus. Zat yang tidak disekresi oleh tubulus, pengaturan volumenya berhubungan dengan laju filtrasi glomerulus (LFG). Seluruh zat yang larut dalam filtrasi glomerulus dapat direabsorpsi atau disekresi oleh tubulus (Silbernagyl dan Lang, 2007).

Kemampuan ginjal menyaring darah dinilai dengan perhitungan laju filtrasi glomerulus (LFG) atau juga dikenal dengan *glomerulus filtration rate* (GFR). LFG

menunjukkan seberapa efisien ginjal seseorang mengeliminasi zat-zat hasil metabolisme yang tidak dibutuhkan lagi oleh tubuh (Fenty, 2010).

Kira-kira 25 % volume darah/menit dari jantung, yaitu 1,2 – 1,5 liter darah mengalir ke ginjal. Sebanyak 10% dari jumlah tersebut difiltrasi di glomerulus. Kecepatan filtrasi pada orang dewasa normal adalah sebesar kira-kira 125 ml/menit, dan disebut sebagai LFG (Fenty, 2010).



Gambar 2.2. Laju Filtrasi Glomerulus (Abbas. M, 2012)

Laju filtrasi glomerulus telah diterima secara luas sebagai indeks terbaik untuk menilai fungsi ginjal. Pengukuran LFG merupakan hal yang penting dalam pengelolaan pasien dengan penyakit ginjal. Selain untuk menilai fungsi ginjal secara umum, banyak kegunaan penting pengukuran LFG, seperti untuk mengetahui dosis obat yang tepat yang dapat dibersihkan oleh ginjal, untuk mendeteksi secara dini adanya gangguan ginjal, mencegah gangguan ginjal lebih lanjut, mengelola pasien dengan transplantasi ginjal, dan dalam penggunaan kontras media radiografik yang berpotensi nefrotoksik. Karena itu diperlukan pemeriksaan LFG yang mempunyai nilai akurasi yang tinggi (Yasmir dan Maiyesi, 2012).

Laju filtrasi glomerulus dipengaruhi oleh :

- a. Tekanan filtrasi yang dipengaruhi oleh tekanan darah dan aliran darah ke ginjal.
- b. Koefisien filtrasi yang dipengaruhi oleh luas permukaan kapiler glomerulus yang dapat difiltrasi dan permeabilitas membran kapiler kapsula bowman (Fenty, 2010).

Kemampuan ginjal tersebut dihitung dari kadar kreatinin dalam darah. Kreatinin adalah hasil metabolisme sel otot yang terdapat di dalam darah setelah melakukan kegiatan, ginjal akan membuang kreatinin dari darah ke urin. Bila fungsi ginjal menurun, glomerulus dan tekanan hidrostatik dalam kapsul bowman menahan dan melawan ultrafiltrasi glomerulus (Abbas. M, 2012).

Berdasarkan nilai kreatinin klirens, penurunan laju filtrasi glomerulus dibagi menjadi beberapa fase sebagai berikut :

- a. 125 – 100 ml/menit = normal
- b. 100 – 76 ml/menit = insufisiensi ginjal berkurang
- c. 75 – 26 ml/menit = insufisiensi ginjal kronik
- d. 25 – 5 ml/menit = gagal ginjal kronik
- e. > 5 ml/menit = gagal ginjal terminal (NKUDIC, 2010).

*The National Kidney Foundation* merekomendasi bahwa pengukuran nilai LFG dapat diperhitungkan sesuai dengan kreatinin serum. Perhitungan LFG berdasarkan kreatinin serum, usia, ukuran tubuh, jenis kelamin, dan ras tanpa membutuhkan kadar kreatinin urin menggunakan persamaan *Cockcroft and Gault* (Abbas. M, 2012).

Klirens kreatinin merupakan pemeriksaan yang mengukur kadar kreatinin yang difiltrasi di ginjal. LFG dipergunakan untuk mengukur fungsi ginjal (Abbas. M, 2012).

### 2.3. Tinjauan Umum Kreatinin

Kreatinin merupakan hasil pemecahan kreatin fosfat otot, diproduksi oleh tubuh secara konstan tergantung massa otot. Kadar kreatinin berhubungan dengan massa otot, menggambarkan perubahan kreatinin dan fungsi ginjal. Kadar kreatinin relatif stabil karena tidak dipengaruhi oleh protein dari diet. Ekskresi kreatinin dalam urin dapat diukur dengan menggunakan bahan urin yang dikumpulkan selama 24 jam (Sennang dkk, 2005).

*The National Kidney Disease Education Program* merekomendasikan penggunaan serum kreatinin untuk mengukur kemampuan laju filtrasi glomerulus (LFG), digunakan untuk memantau perjalanan penyakit ginjal. Diagnosis gagal ginjal dapat ditegakkan saat nilai kreatinin serum meningkat di atas nilai rujukan normal. Pada keadaan gagal ginjal dan uremia, ekskresi kreatinin oleh glomerulus dan tubulus ginjal menurun (Sennang dkk, 2005).

Kadar kreatinin tidak hanya tergantung pada massa otot, tetapi juga dipengaruhi oleh aktivitas otot, diet, dan status kesehatan. Penurunan kadar kreatinin terjadi pada keadaan glomerulonefritis, nekrosis tubuler akut, *polycystic kidney disease* akibat gangguan fungsi sekresi kreatinin. Penurunan kadar kreatinin juga dapat terjadi pada gagal jantung kongestif, syok, dan dehidrasi, pada keadaan tersebut terjadi penurunan

perfusi darah ke ginjal sehingga makin sedikit pula kadar kreatinin yang dapat difiltrasi ginjal (Sennang dkk, 2005).

Kadar kreatinin serum sudah banyak digunakan untuk mengukur fungsi ginjal melalui pengukuran *glomerulus filtration rate* (GFR) atau laju filtrasi Glomerulus (LFG). *Rehbeg* menyatakan peningkatan kadar kreatinin serum antara 1,2-2,5 mg/dL berkorelasi positif terhadap tingkat kematian pasien yang diteliti selama 96 bulan. Pada beberapa penelitian mengevaluasi adanya hubungan positif antara penyakit kardiovaskuler dengan peningkatan kadar kreatinin serum. Pasien dengan nilai kreatinin 1,5 mg/dL atau memiliki faktor risiko dua kali lebih besar dibandingkan pasien dengan nilai kreatinin kurang dari 1,5 mg/dL untuk mengalami gangguan kardiovaskuler (Sennang dkk, 2005).

Kadar kreatinin berada dalam keadaan relatif konstan, sehingga menjadikannya sebagai penanda filtrasi ginjal yang baik. Kadar kreatinin yang dipergunakan dalam persamaan perhitungan memberikan pengukuran fungsi ginjal yang lebih baik, karena pengukuran klirens kreatinin memberikan informasi mengenai LFG. Kreatinin merupakan zat yang ideal untuk mengukur fungsi ginjal karena merupakan produk hasil metabolisme tubuh yang diproduksi secara konstan, difiltrasi oleh ginjal, tidak direabsorpsi, dan disekresikan oleh tubulus proksimal. Kreatinin serum laki-laki lebih tinggi daripada perempuan karena massa otot yang lebih besar pada laki-laki (Sennang dkk, 2005).

### 2.3.1. Metabolisme Kreatinin

Kreatinin terdapat dalam otot, otak, dan darah dalam bentuk terfosforilasi sebagai fosfokreatin dan dalam keadaan bebas. Kreatinin dalam jumlah sedikit sekali juga terdapat dalam urin normal. Kreatinin adalah anhidrida dari kreatin, dibentuk sebagian besar dalam otot dengan pembuangan air dari kreatin fosfat secara tidak reversibel dan nonenzimatik. Kreatinin bebas terdapat dalam darah dan urin, pembentukan kreatinin adalah langkah permulaan yang diperlukan untuk ekskresi sebagian besar kreatin (Victor W, 2006).

Kreatinin dalam urin berasal dari filtrasi glomerulus dan sekresi oleh tubulus proksimal ginjal. Berat molekulnya kecil sehingga dapat secara bebas masuk dalam filtrat glomerulus. Kreatinin yang diekskresi dalam urin terutama berasal dari metabolisme kreatinin dalam otot sehingga jumlah kreatinin dalam urin mencerminkan massa otot tubuh dan relatif stabil pada individu sehat (Levey, 2003; Remer *et al.* 2002; Henry, 2001).

Kreatin terutama ditemukan di jaringan otot (sampai dengan 94%). Kreatin dari otot diambil dari darah karena otot sendiri tidak mampu mensintesis kreatin. Kreatin darah berasal dari makanan dan biosintesis yang melibatkan berbagai organ terutama hati. Proses awal biosintesis kreatin berlangsung di ginjal yang melibatkan asam amino arginin dan glisin. Menurut salah satu penelitian *in vitro*, kreatin secara hampir konstan akan diubah menjadi kreatinin dalam jumlah 1,1% per hari. Kreatinin yang terbentuk ini kemudian akan berdifusi keluar sel otot untuk kemudian diekskresi

dalam urin. Pembentukan kreatinin dari kreatin berlangsung secara konstan dan tidak ada mekanisme reuptake oleh tubuh, sehingga sebagian besar kreatinin yang terbentuk dari otot diekskresi lewat ginjal sehingga ekskresi kreatinin dapat digunakan untuk menggambarkan filtrasi glomerulus walaupun tidak 100% sama dengan ekskresi inulin yang merupakan baku emas pemeriksaan laju filtrasi glomerulus. Meskipun demikian, sebagian (16%) dari kreatinin yang terbentuk dalam otot akan mengalami degradasi dan diubah kembali menjadi kreatin. Sebagian kreatinin juga dibuang lewat jalur intestinal dan mengalami degradasi lebih lanjut oleh kreatininase bakteri usus. Kreatininase bakteri akan mengubah kreatinin menjadi kreatin yang kemudian akan masuk kembali ke darah (*enteric cycling*). Produk degradasi kreatinin lainnya ialah 1-metilhidantoin, sarkosin, urea, metilamin, glioksilat, glikolat, dan metilguanidin (Jahan & Ferdousi, 2013).

### **2.3.2. Kreatinin Serum**

Praktek klinis sehari-hari komponen ekskresi dari fungsi ginjal biasanya dinilai dengan menggunakan kada kreatinin serum. Kreatinin serum sering juga digunakan untuk menilai LFG. Berasal dari metabolisme keratin otot rangka dan makanan dari asupan daging, kreatinin dilepaskan ke sirkulasi pada tingkat yang relatif konstan. Kreatinin dapat secara bebas disaring tetapi tidak dimetabolisme atau diserap kembali dalam tubulus (Afiatin & Rully, 2007).

Karena kemudahan endogen, produksi dan efektifitas biaya pengukuran, kreatinin adalah penanda paling banyak digunakan dalam tes penyaringan praktek klinis saat ini (Afiatin & Rully, 2007).

Kreatinin dapat diukur dari plasma, serum, atau urin. Bahan pemeriksaan yang hemolisis dan ikterik harus dihindari jika menggunakan metode *Jaffe*. Bahan pemeriksaan yang lipemik dapat mengganggu perubahan warna yang terjadi saat reaksi berlangsung. Tidak diperlukan puasa untuk pemeriksaan kreatinin karena tidak dipengaruhi oleh diet protein (Toussaint N, 2012).

### **2.3.3. Kreatinin Klirens**

Klirens suatu zat adalah volume plasma yang dibersihkan dari zat tersebut dalam waktu tertentu. Klirens kreatinin dilaporkan dalam mL/menit dan dapat dikoreksi dengan luas permukaan tubuh. Klirens kreatinin merupakan pengukuran LFG yang tidak absolut karena sebagian kecil kreatinin direabsorpsi oleh tubulus ginjal dan sekitar 10% kreatinin urin disekresikan oleh tubulus. Namun, pengukuran klirens kreatinin memberikan informasi mengenai perkiraan nilai LFG (Toussaint N.2012).

Pengukuran klirens kreatinin dengan menggunakan perhitungan telah menjadi standar untuk menentukan LFG. Perhitungannya tergantung pada kadar kreatinin serum dibandingkan dengan kadar kreatinin urin yang diekskresikan dalam 24 jam. Pengumpulan bahan urin untuk pemeriksaan LFG dilakukan dalam 24 jam. Wadah yang digunakan untuk pengumpulan urin sebaiknya bersih, kering, dan bebas dari zat pengawet. Bahan urin yang dikumpulkan disimpan dalam *refrigerator* selama pengumpulan sebelum diperiksa. Volume urin yang dikumpulkan diukur keseluruhan untuk kemudian dimasukkan ke dalam formula perhitungan. Rumus baku untuk menilai klirens :

$$\text{Klirens Kreatinin} = \frac{\text{Kreatinin urin (mg/dl)} \times \text{Volume urin (ml/24 jam)}}{\text{Kreatinin serum (mg/dl)} \times 1440 \text{ menit}}$$

Pengukuran bersihan kreatinin biasanya cukup akurat dalam praktik klinis sehari-hari, walaupun penghitungan LFG dengan cara ini dapat memberi hasil yang lebih besar dari pada LFG sebenarnya sampai 100% pada penyakit ginjal yang parah, akibat sekresi kreatinin oleh tubulus ginjal sehingga terjadi estimasi yang berlebih dari jumlah kreatinin urin yang dihasilkan dari filtrasi glomerulus (Davey, 2005).

*Cockcroft* dan *Gault* merancang pertama estimasi persamaan pada tahun 1976, dengan mempertimbangkan penurunan produksi kreatinin dengan usia (Fenty, 2010).

Beberapa persamaan telah diciptakan untuk menghindari pengumpulan urin 24 jam dalam memperkirakan laju filtrasi glomerulus seperti tes kreatinin serum dan analitis, demografi, dan anthropometical variable dan yang paling sering digunakan adalah persamaan *Cockcroft-Gault* (CG). Persamaan *Cockcroft-Gault* diperoleh dengan empat parameter yaitu kreatinin serum, usia, berat badan dan jenis kelamin (Afiatin & Rully, 2007).

Rumus *Cockcroft-Gault* :

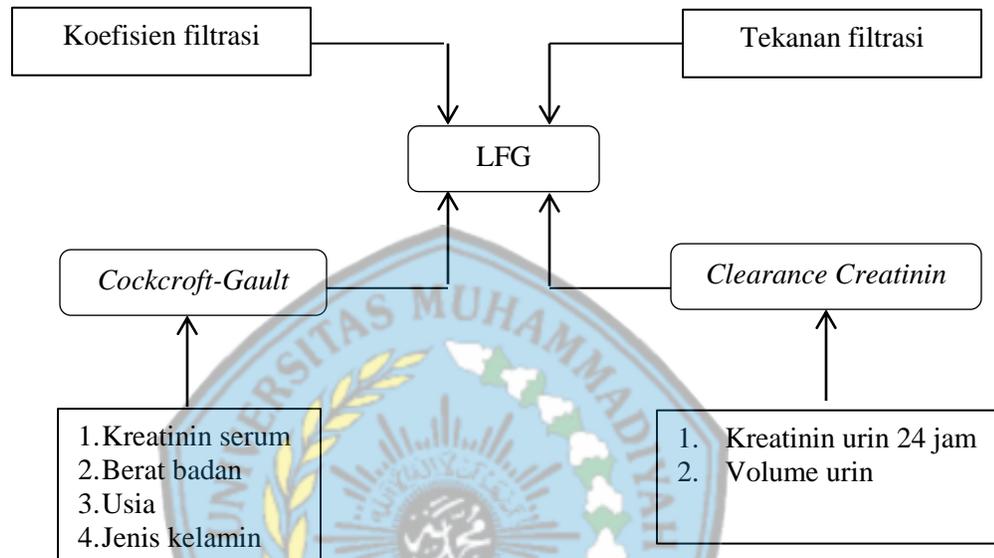
$$\text{LFG} = \frac{(140 - \text{Usia}) \times \text{BB} \times (0,85 \text{ jika perempuan})}{72 \text{ sCr (mg/dl)}}$$

Keterangan :

LFG	= Laju Filtrasi Glomerulus
BB	= Berat Badan
sCr	= Kreatinin serum
140	= Ketetapan <i>Cockcroft-Gault</i>
Konstanta (massa otot)	= Laki – laki : 1, Perempuan : 0,85

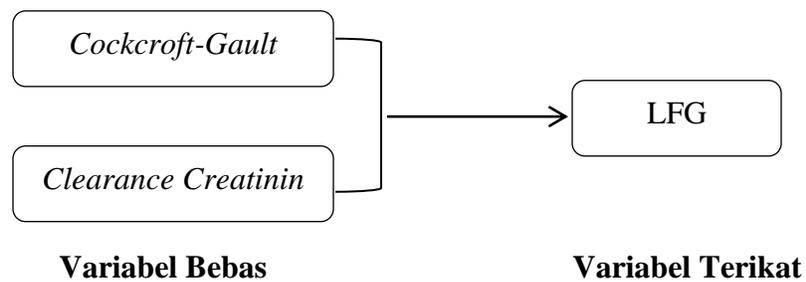
## 2.4. Kerangka Penelitian

### 2.4.1. Kerangka Teori



Gambar 2.5. Kerangka Teori

### 2.4.2. Kerangka Konsep



Gambar 2.6. Kerangka Konsep

### 2.4.3. Hipotesis Penelitian

Terdapat perbandingan hasil pemeriksaan metode *Cockcrof-Gault* dengan metode *Cleareance Creatinine* urin 24 jam terhadap Laju Filtrasi Glomerulus (LFG).

