

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 43 Tahun 2004, lanjut usia adalah seseorang yang telah mencapai usia 60 (enam puluh) tahun ke atas. Mulai tahun 2015, Indonesia telah memasuki era dimana penduduk yang berusia lebih dari 60 tahun melebihi angka tujuh persen.¹

Besarnya jumlah lansia pada suatu negara dapat memberikan dampak positif dan juga dampak negatif. Lansia akan memberikan dampak positif apabila berada dalam keadaan sehat, aktif dan juga produktif. Di sisi lain, lansia akan memberikan dampak negatif apabila mengalami penurunan kesehatan yang dapat berakibat meningkatnya disabilitas dan biaya pelayanan kesehatan.¹

Pada tahun 2015, angka kesakitan lansia sebesar 28,62%, yang berarti bahwa dalam 100 orang lansia, 28 orang diantaranya mengalami sakit.¹ Oleh karena itu, lansia merupakan salah satu kelompok masyarakat yang membutuhkan pelayanan kesehatan. Seiring dengan penambahan usia pada lansia, terjadi juga penurunan fungsi dari berbagai organ. Salah satu organ yang mengalami perubahan pada usia lanjut adalah ginjal, baik perubahan secara struktural maupun fungsional.²⁻⁴ Sesuai dengan laporan dari *National Kidney Foundation*, dikatakan bahwa lebih dari 80% jumlah kasus dari gagal ginjal berasal dari negara berkembang yang memiliki populasi lansia yang tinggi. Penyakit ginjal sendiri termasuk dalam 10 penyakit terbanyak pada lansia di tahun 2013 menurut RISKESDAS (Riset Kesehatan Dasar). Mengingat bahayanya penyakit ginjal pada lansia, dikatakan bahwa pada tahap awal penyakit ginjal belum akan menimbulkan gejala dan tanda (asimptomatik) bahkan hingga laju filtrasi glomerulus mencapai angka 60%. Kelainan secara klinis dan laboratorium baru akan terlihat secara jelas saat laju filtrasi glomerulus mencapai angka 30%. Inilah yang menyebabkan perlunya sejak awal dilakukan pemeriksaan yang tepat pada lansia, sebelum mencapai tahap yang memerlukan tatalaksana seperti hemodialisis maupun

transplantasi ginjal. Karena, didapatkan data pada IRR (*Indonesian Renal Registry*) tahun 2015, kebanyakan pasien hanya dapat bertahan hidup selama 6-<12 bulan dengan hanya dilakukannya hemodialisis. Selain itu, penyakit ginjal sendiri pada tahun 2010 menjadi urutan ke-18 sebagai penyebab kematian tertinggi di dunia menurut *Global Burden of Disease*.

Lansia juga memiliki berbagai macam komorbiditas seperti hipertensi, diabetes, penyakit aterosklerosis yang ikut berperan dalam terjadinya penurunan fungsi pada ginjal.⁵ Dibutuhkan diagnosis yang tepat pada penyakit lansia, sehingga pengobatan yang diberikan dapat sesuai dengan kausa dari penyakit yang terjadi. Untuk itu diperlukan pemeriksaan penunjang yang akurat untuk menentukan bagaimana kondisi dari ginjal lansia.

Salah satu pemeriksaan yang dapat dilakukan yaitu dengan melakukan perhitungan eGFR (*estimated glomerular filtration rate*) yang dinilai dari kreatinin serum.⁶ Apabila pemeriksaan hanya dilihat dari kadar kreatinin serum akan didapatkan hasil yang kurang akurat, karena dipengaruhi oleh massa otot.⁷

Dalam penelitian ini, penulis ingin melihat gambaran fungsi ginjal lansia berdasarkan perhitungan eGFR dari kreatinin serum pada lansia Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor.

1.2. Rumusan Masalah

1.2.1. Pernyataan Masalah

1. Belum diketahui gambaran kreatinin pada lansia di Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor
2. Belum diketahui gambaran eGFR pada lansia di Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor
3. Belum diketahui gambaran tingkatan fungsi ginjal pada lansia Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor

1.2.2. Pertanyaan Masalah

1. Bagaimana gambaran kreatinin pada lansia di Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor
2. Bagaimana gambaran eGFR pada lansia di Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor

3. Bagaimana gambaran tingkatan fungsi ginjal pada lansia Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor

1.3. Tujuan Penelitian

1.3.1. Tujuan Umum

Dengan dilakukannya penelitian ini, diharapkan dapat diketahui gambaran fungsi ginjal pada lansia di Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor, sehingga dapat dijadikan informasi untuk melihat gambaran fungsi ginjal yang normal untuk populasi lansia.

1.3.2. Tujuan Khusus

1. Diketahui gambaran kreatinin pada lansia di Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor
2. Diketahui gambaran eGFR berdasarkan rumus MDRD dan CKD-EPI pada lansia di Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor
3. Diketahui gambaran tingkatan fungsi ginjal pada lansia Panti Wredha Salam Sejahtera Bogor

1.4. Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat Bagi Pelayanan Kesehatan

Penelitian ini diharapkan dapat membantu menegakkan diagnosis penyakit yang tepat pada lansia.

1.4.2. Manfaat Bagi Pendidikan

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk dilakukannya penelitian selanjutnya.

1.4.3. Manfaat Bagi Masyarakat

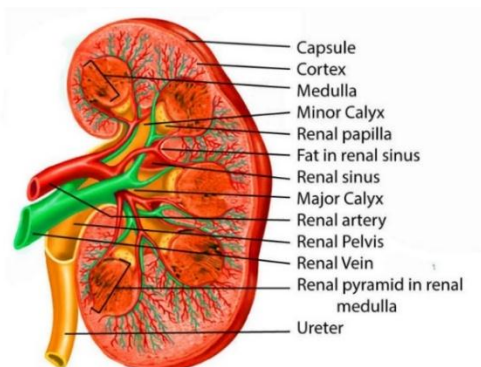
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dan manfaat mengenai gambaran fungsi ginjal yang normal pada lansia.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Anatomi Ginjal

Ginjal merupakan organ yang memiliki bentuk seperti kacang. Memiliki berat dengan kisaran 120-150 gram, yang berbeda-beda pada tiap individu.⁸ Pada manusia, ginjal berwarna merah kecoklatan serta memiliki panjang 10 cm, lebar 5 cm, dan ketebalan 2.5 cm. Ginjal mempunyai peran dalam mengurangi kelebihan air, garam, dan produk sisa metabolisme dari darah. Ginjal terletak retroperitoneal pada bagian posterior dari dinding perut, setinggi kolom vertebra thorakal 12 sampai kolom vertebra lumbal 3.⁹ Letak ginjal sebelah kiri sedikit lebih tinggi dibandingkan ginjal sebelah kanan. Terdapat kelenjar suprarenal (adrenal) pada bagian superior dari ginjal.⁸ Sedangkan, pada bagian anterior terdapat liver, duodenum, serta kolon asenden. Ginjal sebelah kiri berhubungan dengan limpa, pankreas, jejunum, dan kolon desenden.⁹ Pada bagian medial dari masing-masing ginjal, terdapat bagian yang disebut hilus renalis.⁸ Bagian hilus renalis, terdiri atas pelvis renalis, vena renalis, dan arteri renalis. Pelvis renalis terletak pada bagian anterior dari arteri renalis, sedangkan arteri renalis terletak pada bagian anterior dari vena renalis.⁹ Pelvis renalis berbentuk pipih, seperti corong dan berada pada ujung superior dari ureter.⁸ Bagian apeks dari pelvis renalis berhubungan langsung dengan ureter.⁹ Terdapat dua atau tiga kaliks mayor, yang masing-masing akan terbagi lagi menjadi dua atau tiga kaliks minor. Masing-masing dari ginjal memiliki kapsul dan dikelilingi oleh lemak dan fascia Gerota.⁸



Gambar 2.1 Anatomi Ginjal⁸

2.2. Fisiologi Ginjal

Ginjal memiliki fungsi melakukan pembuangan produk limbah yang tidak diperlukan tubuh, seperti ureum yang merupakan produk akhir metabolisme protein dan kreatinin yang merupakan produk akhir metabolisme otot.¹⁰ Ginjal menjalankan tiga proses dasar yang penting bagi tubuh, yaitu filtrasi glomerulus, reabsorpsi tubulus, dan sekresi tubulus. Proses filtrasi glomerulus merupakan langkah pertama dalam pembentukan urin. Pada proses ini, ketika darah mengalir melalui glomerulus, plasma bebas protein tersaring melalui kapiler glomerulus ke dalam kapsula Bowman. Ketika filtrat mengalir melalui tubulus, bahan-bahan yang masih bermanfaat bagi tubuh akan dikembalikan lagi ke dalam plasma kapiler peritubulus. Perpindahan bahan-bahan dari bagian dalam tubulus ke dalam darah disebut dengan proses reabsorpsi tubulus. Bahan-bahan yang masih perlu dikonversi oleh tubuh akan direabsorpsi dan dibawa oleh kapiler peritubulus ke sistem vena dan kemudian ke jantung untuk dilakukan resirkulasi, sementara bahan-bahan yang sudah tidak dibutuhkan oleh tubuh akan diekskresikan dalam urin. Proses selanjutnya adalah proses sekresi tubulus, yaitu proses pemindahan bahan-bahan yang tidak terfiltrasi dari kapiler peritubulus ke dalam lumen tubulus. Dari hasil ketiga proses yang telah dijelaskan, akan berakhir pada proses ekskresi urin.¹¹

2.3. Perubahan Ginjal pada Lansia

Ginjal merupakan organ yang berperan dalam mempertahankan stabilitas volume, komposisi elektrolit, dan osmolaritas cairan ekstraseluler (CES).¹¹ Setelah memasuki usia 60 tahun, kemampuan ginjal mengalami penurunan hingga 50% dari sebelumnya, hal ini disebabkan karena ginjal tidak memiliki kemampuan untuk melakukan regenerasi.⁴ Ginjal akan mengalami perubahan baik secara struktural maupun fungsional.³

2.3.1. Perubahan Fungsional Ginjal Lansia

Perubahan fungsional yang pertama dari ginjal yaitu penurunan aliran darah ginjal. Penurunan paling banyak ditemukan pada bagian korteks.^{2,3} Menurun sekitar 10% setiap dekadenya, disertai dengan peningkatan resistensi pada arteriol afferen dan efferen.^{2,3} Perubahan fungsional yang kedua yaitu penurunan pada laju filtrasi glomerulus.³ Setelah melewati usia 30 tahun, terjadi penurunan laju filtrasi glomerulus sebesar 8 ml/menit/1.73m² per dekadenya.¹² Di sisi lain, fungsi dari

tubular ginjal juga mengalami penurunan dalam melakukan reabsorpsi sodium, dan ekskresi dari potasium.¹³ Sehingga, pengeluaran dari sodium akan meningkat pada subjek yang lanjut usia.¹⁴ Kemampuan ginjal untuk menghasilkan amonia juga mengalami penurunan.¹¹

2.3.2. Perubahan Struktural Ginjal Lansia

Perubahan struktural yang terjadi yaitu penurunan berat serta volume, sering terjadi pada bagian korteks yang menyebabkan penipisan parenkim dari bagian korteks ginjal.^{4,11} Penurunan massa ginjal dapat terjadi sekitar 20-25% yang berlangsung dari usia 30 hingga 80 tahun, serta panjang ginjal yang berkurang sekitar 15% berlangsung dari usia 17 hingga 85 tahun.¹⁴ Selain itu, dapat terjadi pula penurunan dan perubahan bentuk pada glomerulus ginjal.^{4,11} Degenerasi pada bagian glomeruli korteks akan menyebabkan atrofi dan sklerosis dari kedua arteriol afferen dan efferen.² Perubahan juga terjadi pada struktur vaskular dari ginjal, terjadi peningkatan deposisi dari matriks ekstraseluler, dan proliferasi dari sel intima pada bagian arteriol preglomerulus. Pada lansia, dapat terjadi peningkatan tonus simpatik dari ginjal yang berakibat pada peningkatan vasokonstriksi, sedangkan pelemahan oleh baroreseptor aorta menurun seiring dengan bertambahnya usia.¹³

2.4 Penilaian Fungsi Ginjal

Terdapat beberapa metode pemeriksaan yang dapat dilakukan untuk menilai fungsi ginjal. Pemeriksaan fungsi ginjal bertujuan untuk melihat fungsi dari filtrasi, reabsorpsi, dan juga sekresi. Pemeriksaan fungsi filtrasi dari ginjal dapat diukur dengan pemeriksaan bersihan (klirens), kreatinin, *estimated glomerular filtration rate* (eGFR), cystatin C, β_2 microglobulin, dan inulin. Untuk pemeriksaan klirens dapat dilakukan dengan mengukur klirens ureum, kreatinin, dan inulin. Pengukuran menggunakan klirens ureum merupakan indikator yang kurang baik karena sebagian besar masih dipengaruhi diet. Pada pemeriksaan klirens kreatinin, diperiksa kadar kreatinin dalam darah dan urin dengan mengumpulkan urin selama 24 jam, untuk mendapatkan kecepatan diuresis per menit. Tetapi, pemeriksaan ini memiliki kekurangan yaitu membutuhkan tingkat keakuratan yang tinggi karena apabila terdapat kesalahan dalam pengambilan sampel dapat menyebabkan kesalahan pengukuran laju filtrasi glomerulus. Pemeriksaan yang sering dilakukan

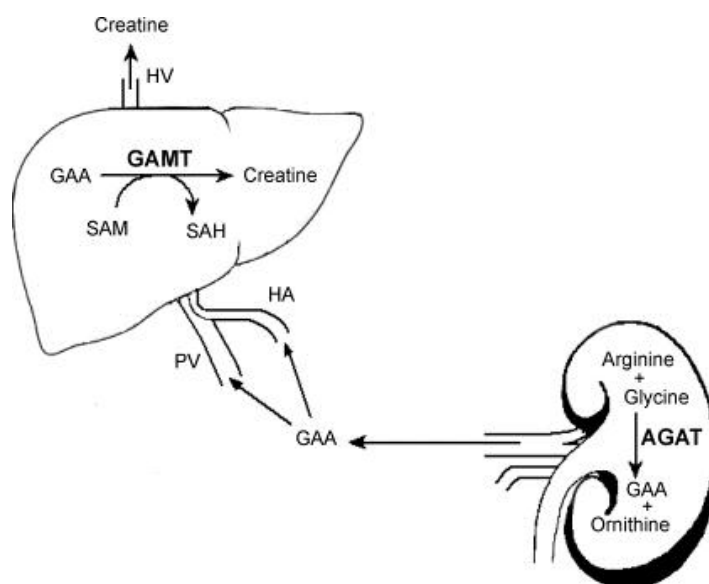
yaitu pemeriksaan *estimated glomerular filtration rate* (eGFR) menggunakan nilai kadar kreatinin darah.¹⁵

2.4.1 Kreatinin

Untuk melakukan perhitungan dari eGFR dibutuhkan pengukuran terhadap nilai kreatinin. Kreatinin merupakan substansi endogen yang terbentuk dari konversi nonenzimatik dari kreatinin dan kreatinin fosfat yang terdapat di otot, biasanya diproduksi cukup konstan oleh tubuh dan bergantung pada massa otot.^{20,21} Memiliki berat molekular yang kecil (113 D), tidak berikatan dengan plasma protein dan secara bebas difiltrasi oleh glomerulus.¹⁴ Kreatinin dikatabolisme pada otot dan diekskresikan di ginjal, tetapi juga disekresikan oleh tubulus ginjal dalam jumlah yang kecil.^{21,22} Kadar serum kreatinin yang rendah berkaitan dengan massa otot yang rendah (pada wanita, dan penyakit kronis), malnutrisi, vegetarian, wanita hamil, penyakit hati lanjut, dan juga pada kondisi tubuh kelebihan cairan. Sedangkan, massa otot berkaitan dengan jenis kelamin (wanita memiliki massa otot yang lebih rendah), usia (usia lanjut berkaitan dengan penurunan massa otot), dan juga latar belakang etnis (etnis Afrika dan Amerika cenderung memiliki massa otot yang lebih tinggi). Kadar serum kreatinin pada individu juga dapat dipengaruhi oleh diet. Arginin dan glisin merupakan prekursor dari pembentukan kreatinin, karena itu asupan protein yang rendah dapat membatasi pembentukan dari kreatinin. Laju filtrasi glomerulus yang tinggi, pada kehamilan juga dapat menurunkan kadar serum kreatinin. Pasien dengan penyakit hati lanjut juga dapat memiliki kadar serum kreatinin yang rendah karena berkurangnya produksi dari kreatinin oleh karena penurunan sintesis hati, peningkatan sekresi kreatinin oleh tubulus, dan juga penurunan massa otot. Untuk peningkatan kadar dari serum kreatinin dapat terjadi karena perubahan dari sekresinya, seperti dampak dari obat – obatan (probenesid, simetidin, trimethoprim). Peningkatannya biasanya mengindikasikan penyakit *acute kidney injury* (AKI) atau *chronic kidney disease*.²¹ Kadar kreatinin merupakan *gold standard* untuk mengukur laju filtrasi dan fungsi dari ginjal, tetapi nilai kreatinin serum sendiri masih kurang akurat untuk pemeriksaan tersebut.^{14,23} Nilai rujukan dari serum kreatinin yang telah ada untuk laki-laki adalah 0,6 – 1,2 mg/dl. Untuk perempuan yaitu 0,5 – 1,1 mg/dl.²⁴ Hasil interpretasi dari kreatinin mengindikasikan laju total dari seluruh nefron yang masih berfungsi yang

menggambarkan laju filtrasi glomerulus.²³ Setelah lahir, kadar serum kreatinin dengan cepat menurun hingga sekitar 0.25 mg/dL sampai satu bulan pertama kehidupan kemudian mulai meningkat secara linear seiring dengan usia. Serum kreatinin tetap konstan pada individu sehat yang berusia 20 dan 70 tahun, dengan rata – rata 0.90 mg/dL, dengan normal referensi interval (0.63-1.16 mg/dL) untuk laki-laki berkulit putih. Sedangkan, normal referensi interval untuk perempuan berkulit putih yaitu (0.48-0.93 mg/dL). Di atas usia 70 tahun, kreatinin serum lambat laun meningkat kembali pada kedua jenis kelamin.²⁵ Kadar dari kreatinin berkaitan dengan keterbatasan fungsional yang terjadi pada lansia.²⁶ Karena kreatinin merupakan produk hasil dari pemecahan otot, sedangkan massa otot pada lansia, wanita dan orang berkulit putih lebih rendah, akan mempersulit interpretasi dari kreatinin.²⁷

Kreatinin disintesis melalui dua proses dari glisin, arginin dan methionin.²⁸ Pembentukan kreatinin dimulai dari proses transaminasi arginin menjadi glisin untuk membentuk glikosiamin atau asam guanidoasetik (GAA). Proses ini dikatalisis oleh arginin glisin amidinotransferase (AGAT) yang bersifat reversibel. Proses ini terutama berlangsung pada ginjal, tetapi juga dapat terjadi pada mukosa dari usus halus dan pankreas.²⁴ Sedangkan, proses metilasi yang irreversibel pada GAA oleh guanidin N-methyltransferase (GNMT) menggunakan s-adenosilmethionin (SAM) sebagai donor metil berlangsung di liver dan menghasilkan kreatinin dan s-adenosilhomosistein (SAH).^{24,28}



Gambar 2.2 Pembentukan Kreatinin²⁹

Pengukuran kreatinin dapat dilakukan baik dengan enzimatis maupun menggunakan metode Jaffe, keduanya merupakan metode kolorimetri.²⁵ Metode Jaffe adalah metode yang paling sering digunakan.²⁴ Pada metode Jaffe, serum kreatinin akan bereaksi dengan pikrat dan memberikan warna kuning-oranye.^{24,25} Ketika kreatinin bereaksi dengan asam pikrat, akan terlihat pada absorbansi maksimal sebesar 520nm.²³ Tetapi, dikatakan bahwa pemeriksaan dengan metode Jaffe tidak terlalu memberikan hasil yang spesifik, karena basa pikrat dapat juga bereaksi dengan komponen lainnya yang disebut dengan pseudo-kromogen seperti asetoasetat, piruvat, asam-keto, protein, glukosa, dan asam askorbik.²⁵ Sedangkan, pengukuran dengan metode enzimatis yaitu dengan cara mengukur jumlah amonia yang terbentuk ketika kreatinin dihidrolasi dengan kreatinin iminohidrolase. Kreatinin harus diukur dengan pengambilan sampel pada plasma ataupun serum tetapi tidak pada darah lengkap, karena eritrosit mengandung sejumlah besar bahan non kreatinin. Spesimen yang diambil harus dalam keadaan sesegar mungkin dan dijaga dalam penyimpanan dengan pH sebesar 7.²⁴

2.5 Estimated Glomerular Filtration Rate (eGFR)

Perhitungan eGFR dapat menggunakan beberapa rumus yang telah ada, berikut rumus – rumus yang digunakan dalam penelitian ini.

2.5.1 Rumus Perhitungan Estimated Glomerular Filtration Rate (eGFR)

Perhitungan eGFR dengan menggunakan kreatinin dapat dilakukan melalui tiga rumus. Rumus yang pertama adalah persamaan Schwartz yang diperuntukkan untuk anak-anak dan remaja. Rumus yang kedua adalah persamaan Cockcroft-Gault untuk orang dewasa. Dan persamaan MDRD (*Modification of Diet in Renal Disease Study*) adalah yang paling terbaru.¹⁶ Tidak ada persamaan yang dapat menghitung fungsi ginjal secara sempurna, tetapi rumus MDRD dinilai lebih baik dibandingkan dari rumus lainnya.¹⁷ Pada tahun 1999, Levey dan kawan-kawan mengusulkan rumus MDRD pertama kali, menggunakan usia, jenis kelamin, etnis, kreatinin serum, urea nitrogen, dan albumin. Setahun kemudian, dibuatlah versi lebih sederhana dari rumus MDRD yang hampir sama dengan sebelumnya tetapi hanya membutuhkan kreatinin serum, usia, jenis kelamin, dan etnis.¹⁶

Rumus dari MDRD yang telah disederhakan:

$$\begin{aligned}
\text{eGFR}[\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2] = & 186.3 \\
& \times (\text{kreatinin serum } [\text{mg}/\text{dL}])^{-1.154} \\
& \times (\text{usia } [\text{years}])^{-0.203} \\
& \times (0.742, \text{ jika perempuan}) \\
& \times (1.210, \text{ jika Afrika Amerika}).^{16}
\end{aligned}$$

Rumus MDRD yang telah disederhakan hanya membutuhkan informasi yang lebih sedikit dari pasien. Dibalik banyak keuntungan yang bisa didapatkan dengan penggunaan rumus ini, beberapa keterbatasan telah dikemukakan oleh beberapa ahli. Pada rumus MDRD, kreatinin ditentukan dengan menggunakan metode Jaffe kinetik, menggunakan *Beckman Rate Jaffe/CX3 Synchron assay* yang sama dengan rumus Schwartz dan Cockcroft-Gault. Kesalahan besar dapat terjadi dalam penggunaan rumus ini jika digunakan dengan tes kreatinin maupun alat kalibrator yang berbeda. Karena itu, faktor pengkoreksi untuk menyesuaikan perbedaan dalam tes kreatinin maupun alat kalibrator diperlukan agar rumus MDRD ini dapat dipakai bersamaan pada praktek klinis.¹⁶ Sebagai risikonya, rumus MDRD yang tadi dilakukan perhitungan kembali dengan kreatinin serum yang diukur menggunakan uji enzimatis yang sudah dikalibrasi, dan dapat dilacak pada tes spektrometri:

$$\begin{aligned}
\text{eGFR}[\text{mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2] = & 1.75 \\
& \times (\text{kreatinin serum } [\text{mg}/\text{dL}])^{-1.154} \\
& \times (\text{usia } [\text{years}])^{-0.203} \\
& \times (0.742, \text{ jika perempuan}) \\
& \times (1.210, \text{ jika Afrika Amerika}).
\end{aligned}$$

Rumus MDRD yang disederhanakan dan telah dilakukan perhitungan kembali ini akhirnya memenuhi persyaratan analitik sehubungan dengan tes kreatinin standar. Selain dari rumus MDRD, juga terdapat rumus lain yang dapat digunakan yaitu rumus dari *The Chronic Kidney Disease Epidemiology Colaboration* (CKD-EPI) berdasarkan kadar kreatinin. Rumus CKD-EPI dikembangkan untuk melakukan perbaikan perhitungan GFR dari pasien yang berusia lebih dari 70 tahun.¹⁴ Berikut merupakan rumus dari CKD-EPI

Jika perempuan :

Jika kreatinin <0.7 mg/dL:

$$\text{GFR (mL}/\text{min}/1.73\text{m}^2) = 144 \times \text{Scr}/0.7^{-0.329} \times 0.993^{\text{age}}$$

Jika kreatinin >0.7 mg/dL:

$$\text{GFR (mL/min/1.73m}^2) = 144 \times \text{Scr}/0.7^{-1.209} \times 0.993^{\text{age}}$$

Jika laki-laki :

Jika kreatinin <0.9 mg/dL:

$$\text{GFR (mL/min/1.73m}^2) = 141 \times \text{Scr}/0.9^{-0.411} \times 0.993^{\text{age}}$$

Jika kreatinin >0.9 mg/dL:

$$\text{GFR (mL/min/1.73m}^2) = 141 \times \text{Scr}/0.9^{-1.209} \times 0.993^{\text{age}} \cdot 18$$

Untuk dapat mengelompokkan nilai eGFR dapat menggunakan klasifikasi dari Organisasi Kidney Disease Improving Global Outcomes (KDIGO) menggunakan sistem “*traffic light*” yang mengabungkan komponen kreatinin dan albuminuria. Klasifikasi ini dapat menunjukkan seberapa besar penurunan dari fungsi ginjal, dan terbagi menjadi menjadi lima tingkat (G1-G5).¹⁹ Sesuai dengan **Gambar 2.2**, dapat dikatakan bahwa pada tingkat G1 fungsi ginjal dianggap normal atau tinggi. Selanjutnya, pada tingkat G2 fungsi ginjal mengalami sedikit penurunan, sedangkan untuk tingkat G3a fungsi ginjal mengalami penurunan ringan sampai sedang. Tingkat G3b, terjadi penurunan fungsi ginjal yang sedang sampai berat. Tingkat G4 terjadi penurunan fungsi ginjal yang sudah berat. Untuk tingkatan paling akhir, yaitu G5 terjadi *kidney failure* (gagal ginjal).

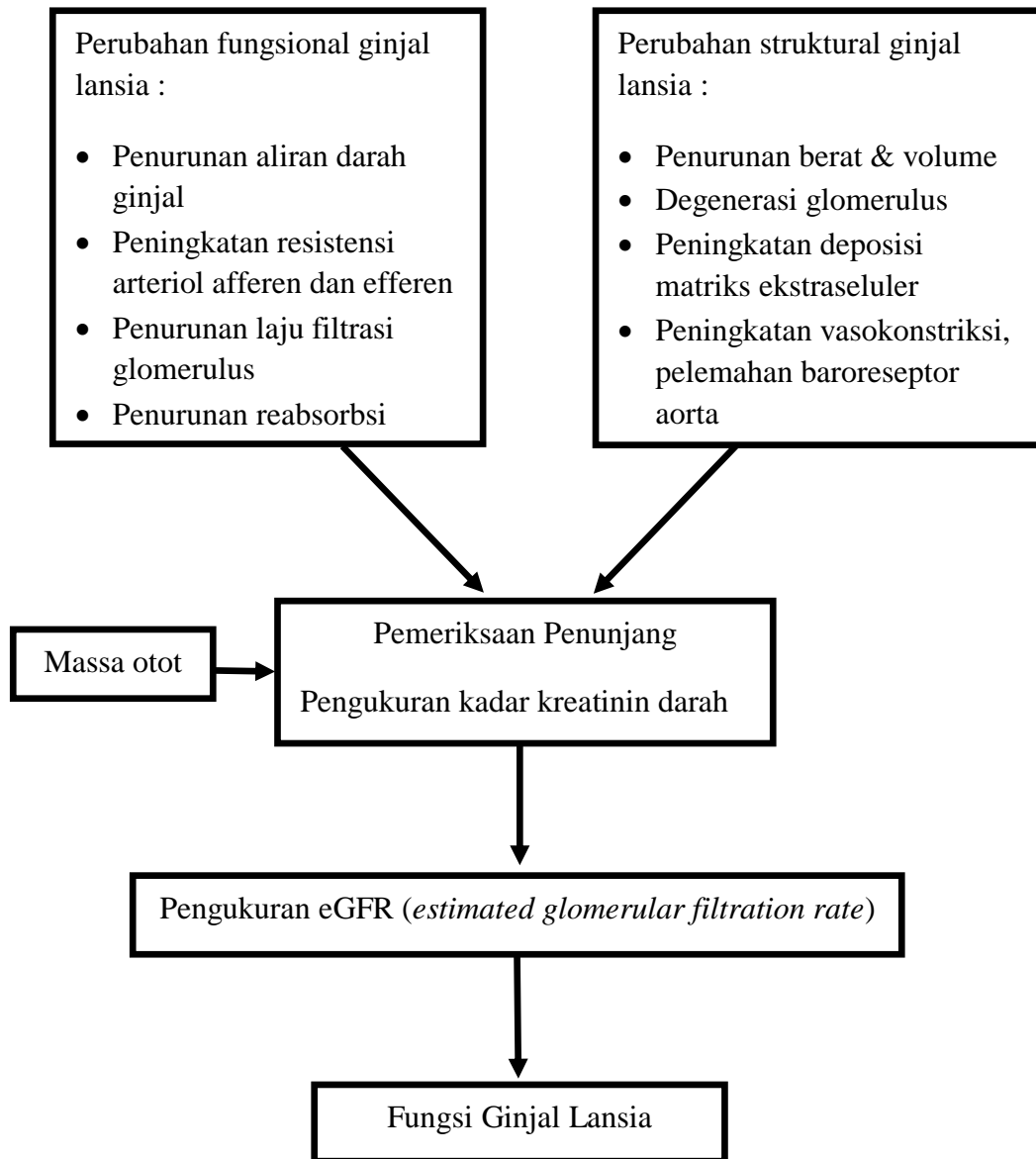
Prognosis of CKD by GFR and albuminuria categories: KDIGO 2012				Persistent albuminuria categories description and range		
				A1	A2	A3
				Normal to mildly increased	Moderately increased	Severely increased
				≥30 mg/g <3 mg/mmol	30–300 mg/g 3–30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol
GFR categories (mL/min/1.73m ²) description and range	G1	Normal or high	≥90			
	G2	Mildly decreased	60–89			
	G3a	Mildly to moderately decreased	45–59			
	G3b	Moderately to severely decreased	30–44			
	G4	Severely decreased	15–29			
	G5	Kidney failure	<15			

Gambar 2.2 Pembagian Nilai eGFR berdasarkan KDIGO 2012¹⁹

2.5.2 Estimated Glomerular Filtration Rate Pada Lansia

Laju filtrasi glomerulus rendah pada saat lahir, ketika mendekati usia dewasa akan bertahan pada kisaran $140 \text{ mL/min/1.73m}^2$ sampai usia 30 – 39 tahun. Kemudian akan mengalami penurunan sekitar 8 mL/min/1.73m^2 per dekade kehidupan.² Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penurunan dari eGFR berkaitan dengan skala aktivitas fisik yang rendah.¹⁴ Penurunan laju filtrasi selama proses penuaan disertai dengan penurunan dari produksi kreatinin yang terkait dengan hilangnya massa otot.¹⁴

2.5. Kerangka Teori



Gambar 2.3 Kerangka Teori