

## **BAB II**

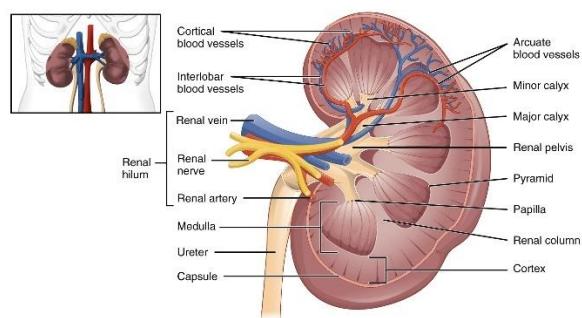
### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Pustaka**

##### 1. Penyakit Ginjal Kronis

###### a. Anatomi dan Fisiologi Ginjal

Ginjal terletak di bagian posterior abdomen, yaitu di daerah lumbal kanan dan kiri tulang belakang. Organ ini dibungkus oleh lapisan lemak yang tebal dan berada di luar rongga peritoneum, sehingga termasuk organ retroperitoneal (Parwati, 2019). Ginjal kanan terletak sedikit lebih rendah dibandingkan ginjal kiri karena adanya hati yang menempati rongga abdomen sebelah kanan (Gambar 2.1). Pada orang dewasa, berat ginjal  $\pm$  200 gram. Pada umumnya ginjal laki-laki lebih panjang dari pada ginjal perempuan (Agustina *et al.*, 2022).



Gambar 2.1 Anatomi ginjal manusia  
Sumber: [gooddoctor.co.id](https://www.gooddoctor.co.id) (2020)

Organ ginjal ditutupi oleh kapsul tunika fibrosa yang kuat. Apabila kapsul tersebut dibuka, akan tampak permukaan ginjal yang licin dan berwarna merah tua (Kirnantoro & Maryana, 2021). Menurut Agustina *et al.* (2022), struktur ginjal terbagi menjadi:

1) Kulit ginjal (korteks)

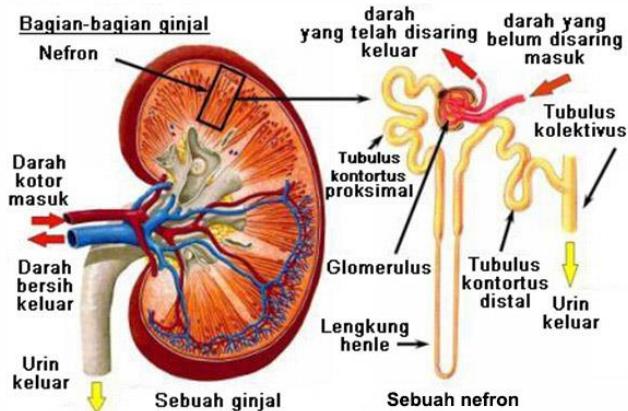
Korteks ginjal mengandung nefron yang berfungsi menyaring darah. Pada nefron terdapat kumpulan kapiler darah yang membentuk gumpalan disebut glomerulus. Glomerulus dikelilingi oleh kapsula bowman, dan gabungan keduanya membentuk struktur yang disebut badan malpighi.

2) Sumsum ginjal (medula)

Medula ginjal terdiri atas beberapa struktur berbentuk kerucut yang disebut piramid renal. Setiap piramid memiliki dasar yang menghadap korteks dan puncak (papila renis) yang mengarah ke rongga ginjal bagian dalam. Jumlahnya berkisar antara 8 hingga 18 buah dan tampak bergaris-garis karena tersusun atas saluran paralel seperti tubulus dan duktus koligentes.

3) Rongga ginjal (pelvis renalis)

Urin yang keluar dari papila renis pada ujung piramid ginjal akan ditampung oleh kaliks minor. Beberapa kaliks minor kemudian bergabung membentuk kaliks mayor yang selanjutnya mengalirkan urin ke pelvis renalis. Pelvis renalis merupakan bagian awal ureter yang terletak di dalam ginjal dan berbentuk seperti corong lebar .



Gambar 2.2 Anatomi nefron pada ginjal  
Sumber: Chalik (2016)

Nefron merupakan unit struktural dan fungsional terkecil dari ginjal. Setiap nefron terdiri atas dua bagian utama, yaitu komponen vaskular (glomerulus) dan komponen tubulus (Agustina *et al.*, 2022). Berikut bagian-bagian dari nefron (Nuari *et al.*, 2017):

1) Glomerulus

Sel-sel kapiler yang berpori, tekanan dan permeabilitas tinggi di glomerulus memungkinkan terjadinya filtrasi darah. Bahan-bahan kecil seperti glukosa, asam amino, natrium, kalium, klorida, bikarbonat, dan urea dapat melewati filter dan masuk ke dalam kapsul Bowman sebagai filtrat glomerulus (urin primer).

2) Tubulus Kontortus Proksimal

Filtrat glomerulus kemudian mengalir ke tubulus kontortus proksimal, tempat terjadinya reabsorpsi sebagian besar zat yang masih dibutuhkan tubuh. Glukosa dan asam amino diserap kembali melalui proses difusi, sedangkan air melalui osmosis. Setelah

reabsorpsi di tubulus proksimal, volume urin berkurang, dan terbentuk urin sekunder.

3) Lengkung Henle

Ansa henle atau lengkung henle merupakan bagian dari tubulus ginjal yang menghubungkan tubulus kontortus proksimal dengan tubulus kontortus distal. Bagian ini membentuk lengkungan tajam, dimulai dari saluran berdinding tebal yang kemudian menipis saat turun ke medula ginjal, lalu naik kembali berdinding tebal (Agustina *et al.*, 2022).

4) Tubulus Kontortus Distal

Di tubulus kontortus distal masih berlangsung reabsorpsi air. Terjadi juga augmentasi, yaitu proses penambahan zat sisa metabolisme seperti urea, ion hidrogen, dan amonia, dari darah ke dalam tubulus untuk dibuang bersama urin.

5) Tubulus Kolektivus

Urin dari beberapa nefron dikumpulkan di tubulus kolektivus. Setelah itu, urin mengalir menuju pelvis renalis, lalu ke ureter, dan disimpan di kantong kemih (vesika urinaria).

b. Definisi Penyakit Ginjal Kronis

Penyakit ginjal kronis (PGK) merupakan gangguan pada struktur atau fungsi ginjal yang berlangsung selama minimal tiga bulan dan mempengaruhi kesehatan (KDIGO, 2024). Kerusakan ginjal yang terjadi pada nefron termasuk glomerulus dan tubulus ginjal bersifat

permanen dan tidak dapat kembali berfungsi secara normal (Siregar, 2020). PGK juga didefinisikan sebagai kelainan pada ginjal yang menetap  $\geq 3$  bulan, ditandai dengan penurunan fungsi Laju Filtrasi Glomerulus (LFG) atau *estimated Glomerular Filtration Rate* (e-GFR) menjadi kurang dari  $60\text{mL/min}/1,73\text{ m}^2$  (Kemenkes, 2023).

c. Etiologi Penyakit Ginjal Kronis

Berdasarkan data dari Indonesia Renal Registry (IRR) tahun 2020, hipertensi (35%) dan nefropati diabetika (29%) menjadi penyebab utama penyakit ginjal kronis pada pasien yang menjalani hemodialisis.

1) Hipertensi

Semakin tinggi tekanan darah dan semakin lama mengidap hipertensi, maka terjadi peningkatan risiko untuk mengalami penyakit ginjal kronis (Seli & Harahap, 2021). Pada penderita hipertensi, dinding arteri renalis pada ginjal akan mengalami penebalan akibat dari pembuluh darah sering menahan tekanan tinggi sehingga hal ini menyebabkan cedera iskemik. Penebalan pembuluh arteri ini sekaligus menyebabkan penyempitan pada pembuluh arteri sehingga suplai darah dan oksigen terhambat. Seiring dengan berjalannya waktu, hal ini dapat menyebabkan munculnya jaringan parut di glomerulus yang bersifat kaku atau glomerulosklerosis sehingga menurukan kemampuan filtrasi ginjal (Sari *et al.*, 2019).

## 2) Nefropati Diabetika

Salah satu komplikasi dari diabetes melitus yaitu nefropati diabetik. Secara patologis, tingginya kadar glukosa dalam darah yang mengalami proses glikasi non-enzimatik pada protein darah akan menghasilkan peningkatan senyawa *Advanced Glycation End Products* (AGEs), aktivasi jalur poliol, glukotoksisitas, serta protein kinase C yang secara kumulatif berkontribusi terhadap kerusakan ginjal. Perubahan tersebut melibatkan penebalan membran basalis glomerulus dan proliferasi sel-sel mesangium. Kondisi ini memicu terbentuknya jaringan parut atau glomerulosklerosis serta berkurangnya aliran darah ke ginjal, yang selanjutnya memengaruhi permeabilitas membran basalis glomerulus. Perubahan ini ditandai dengan timbulnya albuminuria, yaitu keberadaan albumin dalam urin, yang merupakan indikasi adanya kerusakan ginjal (Seli & Harahap, 2021).

### d. Patofisiologi Penyakit Ginjal Kronis

Patofisiologi penyakit ginjal kronis pada tahap awal bergantung pada etiologi atau penyakit yang mendasarinya. Pengurangan massa ginjal mengakibatkan hipertrofi struktural dan fungsional pada nefron yang masih tersisa (*survival nephrons*) sebagai mekanisme kompensasi. Proses ini dimediasi oleh molekul vasoaktif seperti sitokin dan *growth factor*. Hal ini menyebabkan terjadinya hiperfiltrasi, peningkatan tekanan kapiler, dan peningkatan aliran darah glomerulus. Proses

adaptasi ini berlangsung singkat dan akhirnya tetap terjadi penurunan fungsi nefron.

Peningkatan aktivitas aksis renin-angiotensin-aldosteron (RAAS) di dalam ginjal berkontribusi terhadap terjadinya hiperfiltrasi, sklerosis dan progresivitas kerusakan ginjal. Aktivasi RAAS jangka panjang, sebagian diperantarai oleh *growth factor* seperti *transforming growth factor β* (TGF-β). Faktor lain yang juga dianggap berperan mempercepat progresi PGK adalah albuminuria, hipertensi, hiperglikemia, dislipidemia. Terjadinya sklerosis dan fibrosis pada glomerulus maupun tubulointerstisial dapat bervariasi antar individu (Sudoyo, 2009: 1036).

e. Tanda dan Gejala Penyakit Ginjal Kronis

Menurut Kemenkes RI (2019), tanda dan gejala PGK di antaranya:

- 1) Tekanan darah tinggi
- 2) Perubahan frekuensi dan jumlah buang air kecil dalam sehari
- 3) Terdapat darah dalam urin
- 4) Merasa lemah dan sulit tidur
- 5) Kehilangan nafsu makan
- 6) Sakit kepala
- 7) Gatal
- 8) Sesak nafas
- 9) Mual dan muntah
- 10) Bengkak pada pergelangan kaki dan kelopak mata pada pagi hari

f. Klasifikasi Penyakit Ginjal Kronis

Menurut *Kidney Disease Improving Global Outcomes* (KDIGO) tahun 2024, PGK diklasifikasikan berdasarkan laju filtrasi glomerulus dengan kategori G1-G5 (Tabel 2.1) serta berdasarkan kadar albumin dalam darah atau albuminuria dengan kategori A1-A3 (Tabel 2.2).

Tabel 2.1  
Klasifikasi Penyakit Ginjal Kronis Berdasarkan Laju Filtrasi Glomerulus (LFG)

Kategori	LFG (mL/min/1,73m <sup>2</sup> )	Terminologi
G1	≥ 90	Normal atau meningkat
G2	60-89	Ringan*
G3a	45-59	Ringan-sedang
G3b	30-44	Sedang-berat
G4	15-29	Berat
G5	< 15	Terminal

Sumber: KDIGO (2024)

Keterangan:

\* : Relatif pada level remaja hingga dewasa

Tabel 2.2  
Klasifikasi Penyakit Ginjal Kronis Berdasarkan Albuminuria

Kategori	AER (mg/24 jam)	ACR		Terminologi
		(mg/mmol)	(mg/g)	
A1	< 30	< 3	< 30	Normal hingga ringan
A2	30-300	3-30	30-300	Sedang <sup>a</sup>
A3	> 300	> 30	> 300	Berat <sup>b</sup>

Sumber: KDIGO (2024)

Keterangan:

AER : *Albumin Excretion Rate*

ACR : *Albumin to Creatinin Ratio*

<sup>a</sup> : Relatif pada level remaja hingga dewasa

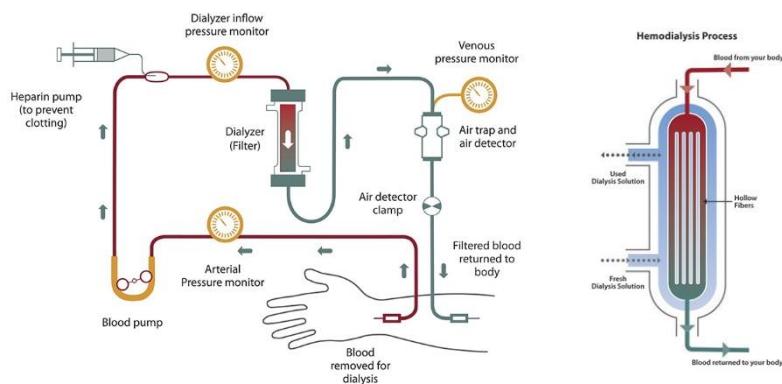
<sup>b</sup> : Termasuk *nephrotic syndrome*

## 2. Hemodialysis

### a. Definisi

Hemodialysis merupakan proses terapi dengan cara mengeluarkan darah dari tubuh ke dalam mesin yang disebut dialiser. Hemodialisis juga didefinisikan sebagai proses mengubah komposisi darah menggunakan larutan lain (cairan dialisat) melalui membran dialisis (Suhardjono, 2014). Hemodialisis bertujuan untuk mengeluarkan zat-zat sisa metabolisme serta menjaga keseimbangan komposisi cairan intraseluler dan ekstraseluler (Somji *et al.*, 2020). Pasien PGK umumnya menjalani hemodialisis dua hingga tiga kali dalam seminggu dengan durasi empat hingga lima jam (Costantinides *et al.*, 2018).

### b. Prinsip dan Cara Kerja



Gambar 2.3 Mekanisme hemodialisis  
Sumber: *National Institute of Diabetes and Digestive, and Kidney Disease* (2018)

Mesin hemodialisis berfungsi untuk memompa darah melewati filter dan mengembalikannya ke dalam tubuh. Mesin hemodialisis juga memantau tekanan darah dan jumlah cairan yang dikeluarkan dari tubuh (Gambar 2.3). Terdapat tiga prinsip yang mendasari kerja hemodialisis, yaitu difusi, osmosis, dan ultrafiltrasi (Brunner & Suddarths, 2015).

1) Difusi

Pada proses difusi, zat limbah di dalam darah dikeluarkan melalui mekanisme perpindahan darah yang memiliki konsentrasi tinggi (tubuh pasien) bergerak menuju cairan dialisat yang memiliki konsentrasi lebih rendah. Cairan dialisat mengandung elektrolit yang disesuaikan dengan konsentrasi ideal cairan ekstraseluler.

2) Osmosis

Proses osmosis merupakan terjadinya pengeluaran kelebihan cairan tubuh yang dikendalikan melalui gradien tekanan. Air bergerak dari tekanan yang lebih tinggi (tubuh pasien) ke tekanan yang lebih rendah (cairan dialisat) untuk mencapai keseimbangan.

3) Ultrafiltrasi

Ultrafiltrasi merupakan peningkatan tekanan gradien melalui penambahan tekanan negatif. Tekanan negatif berfungsi sebagai pengisap pada membran dializer sehingga dapat memfasilitasi pengeluaran air ke dalam cairan dialisat. Hal ini diperlukan untuk mengeluarkan cairan hingga tercapai isovolemia (keseimbangan cairan).

c. Komplikasi

Komplikasi yang terjadi pada pasien hemodialisis menurut Suharyanto & Madjid (2013) antara lain:

- 1) Hipotensi intradialisis dapat terjadi pada pasien dengan gangguan sistem kardiovaskuler.
- 2) Emboli udara merupakan komplikasi yang jarang, tetapi dapat muncul apabila udara masuk ke dalam sistem vaskuler pasien.
- 3) Nyeri dada akibat penurunan tekanan karbon dioksida (PCO<sub>2</sub>) yang terjadi bersamaan dengan sirkulasi darah di luar tubuh.
- 4) Pruritus atau gatal dapat terjadi selama sesi hemodialisis ketika produk akhir metabolisme meninggalkan kulit.
- 5) *Dialysis disequilibrium syndrome* (DDS) dapat terjadi karena pergeseran cairan ke dalam otak yang dapat memicu gejala kejang, terutama pada pasien dengan uremia berat.
- 6) Kram otot dan nyeri terjadi ketika cairan dan elektrolit secara cepat meninggalkan ruang ekstraseluler selama hemodialisis.
- 7) Mual dan muntah merupakan peristiwa yang sering terjadi.

3. *Interdialytic Weight Gain* (IDWG)

a. Definisi

*Interdialytic weight gain* adalah peningkatan berat badan yang terjadi di antara dua sesi dialisis. Kenaikan ini dihitung berdasarkan berat badan kering (*dry weight*) yaitu berat badan setelah dialisis ketika

sebagian besar cairan dikeluarkan melalui proses ultrafiltrasi (UF).

Berat badan kering yang ideal ditandai dengan tidak adanya keluhan dan gejala hipotensi (PERNEFRI, 2016). Tingkat kepatuhan pasien dalam membatasi asupan cairan menentukan pencapaian berat badan kering yang optimal (Istanti, 2014).

b. Pengukuran

*Interdialytic Weight Gain* (IDWG) dihitung berdasarkan berat badan kering dan kondisi klinis pasien hemodialisis. Berat badan kering merujuk pada berat badan terendah yang dapat dicapai secara aman setelah proses hemodialisis, tanpa adanya kelebihan cairan di tubuh. Berat badan basah merupakan berat badan sebelum pasien menjalani hemodialisis yang mencerminkan akumulasi cairan di antara dua sesi dialisis (Kahraman *et al.*, 2015).

Pasien yang menjalani hemodialisis secara rutin melakukan pengukuran berat badan sebelum dan sesudah hemodialisis. IDWG dihitung dengan cara mengurangi berat badan sebelum hemodialisis (pengukuran II) dengan berat badan setelah hemodialisis periode sebelumnya (pengukuran I). Penghitungan persentase kenaikan berat badan menggunakan rumus berikut (Lai *et al.*, 2011):

$$\%IDWG = \frac{IDWG}{Berat\ Badan\ Kering} \times 100\%$$

*Interdialytic weight gain* yang direkomendasikan untuk pasien hemodialisis bervariasi dalam berbagai pedoman. *European Best Practice Guidelines* (EBPG) tahun 2007 merekomendasikan bahwa IDWG tidak boleh melebihi 4% - 4,5% dari berat kering.

c. Komplikasi

Komplikasi yang terjadi saat periode interdialitik sangat membahayakan karena pasien berada di rumah tanpa pengawasan dari petugas kesehatan (PERNEFRI, 2016). IDWG yang baik harus kurang dari 2,5 kg atau 5% dari berat badan kering (Karmiyati *et al.*, 2021). IDWG lebih dari 4% dari berat badan kering dikaitkan dengan peningkatan risiko rawat inap dan IDWG lebih dari 5,7% berhubungan dengan mortalitas pasien (Wong *et al.*, 2017). IDWG yang melebihi 5% dapat menimbulkan sesak nafas, edema paru dan edema perifer (Irwanti *et al.*, 2014). IDWG di atas 6% turut meningkatkan risiko komplikasi seperti hipotensi intradialis (Siagian & Trialvi, 2020).

d. Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Interdialytic Weight Gain* (IDWG)

IDWG yang meningkat pada pasien hemodialisis dipengaruhi oleh faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik meliputi usia, jenis kelamin, tingkat pengetahuan, indeks massa tubuh, kondisi psikologis, rasa haus, xerostomia (mulut kering), dan efikasi diri. Faktor ekstrinsik mencakup durasi dan frekuensi hemodialisis, serta kandungan serum dialisat di antaranya natrium dan kreatinin (Safitri *et al.*, 2022).

### 1) Usia

Usia dapat memengaruhi peningkatan IDWG karena pasien yang berusia lebih muda cenderung memiliki tingkat kepatuhan yang lebih rendah terhadap pembatasan asupan cairan (Beerendrakumar *et al.*, 2018).

### 2) Jenis Kelamin

Komposisi tubuh laki-laki cenderung lebih banyak massa otot dibandingkan dengan wanita yang tubuhnya lebih banyak lemak. Total cairan tubuh pada wanita lebih rendah daripada laki-laki. Perbedaan ini menyebabkan peningkatan IDWG lebih sering terjadi pada laki-laki, seiring dengan ambang haus yang lebih tinggi dibandingkan wanita (Isrofah *et al.*, 2019).

### 3) Pengetahuan

Pengetahuan yang rendah dapat mendasari kurangnya kepatuhan diet pasien. Hal ini dikaitkan dengan ketidakmampuan pasien untuk melakukan perawatan diri. Rosdiana *et al.* (2018) dalam penelitian quasi eksperimen menunjukkan bahwa pemberian edukasi guna meningkatkan pengetahuan pasien terkait perawatan diri berpengaruh positif terhadap IDWG.

### 4) Indeks Massa Tubuh

Para peneliti melaporkan adanya hubungan yang signifikan antara IDWG dan status gizi, diantaranya indeks massa tubuh (IMT), laju katabolik protein yang dinormalisasi (nPCR), albumin serum dan

kreatinin (Jalalzadeh *et al.*, 2021). Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa kontrol ketat asupan natrium dan cairan dapat memengaruhi status gizi dan menyebabkan asupan protein dan kalori yang tidak memadai (Iorember, 2018).

5) Kondisi psikologis

IDWG yang tinggi berkaitan dengan faktor psikologis yaitu depresi, kecemasan dan stres, dimana advokasi diri berkorelasi positif dengan kecemasan (Natashia *et al.*, 2019). Pasien yang terlibat secara aktif memiliki kemampuan perawatan diri yang lebih tinggi seperti menghitung penyimpangan berat badan pascodialisis serta mengidentifikasi berat badan saat ini agar dapat menentukan pembatasan cairan (Griva *et al.*, 2018).

6) Efikasi diri

Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan efikasi diri pada pasien hemodialisis yang berdampak terhadap IDWG (Park & Kim, 2019). Efikasi diri yang tinggi diperlukan untuk membangkitkan motivasi dari dalam diri untuk dapat mematuhi terapi dan mengontrol cairan dengan baik sehingga dapat mencegah peningkatan IDWG (Isnaini *et al.*, 2021).

7) Rasa haus dan xerostomia

Ketidakpatuhan dalam kontrol asupan cairan merupakan salah satu penyebab peningkatan IDWG pada pasien hemodialisis. Ketidakmampuan pasien mengontrol asupan cairan didasari oleh

rasa haus. Faktor yang bisa mempengaruhi munculnya rasa haus dikarenakan adanya penurunan pada volume darah, deplesi terhadap kalium, hiperglikemia, konsentrasi natrium plasma, peningkatan konsentrasi plasma urea akut, pada mukosa mulut terjadi xerostomia, kehilangan kalium, angiotensin II, serta terjadinya faktor psikologis (Melastuti, 2023).

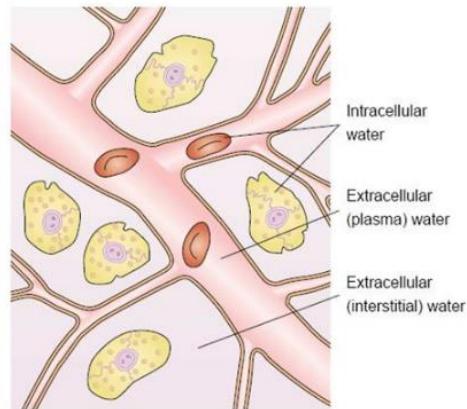
8) Durasi dan Frekuensi Hemodialisis

Pasien dengan IDWG yang lebih tinggi biasanya mengalami lebih banyak ultrafiltrasi. Ultrafiltrasi yang lebih tinggi memperpanjang waktu pemulihan dialisis. Sebagian besar pasien tidak mematuhi pembatasan cairan dan melakukan hemodialisis dua kali seminggu yang menyebabkan IDWG tinggi (Kumar *et al.*, 2021).

9) Serum dialisat

Penggunaan cairan dialisat dengan konsentrasi natrium yang lebih tinggi daripada natrium plasma sebelum dialisis dapat meningkatkan difusi natrium ke dalam tubuh. Kondisi ini menyebabkan peningkatan pengeluaran natrium secara konvektif melalui proses untrafiltrasi untuk mengembalikan keseimbangan natrium. Kadar natrium serum pra-dialisis yang rendah dan kadar kreatinin serum pra-dialisis yang tinggi berhubungan langsung dengan peningkatan persentase IDWG (Bossola *et al.*, 2020).

#### 4. Cairan dan Elektrolit dalam Tubuh



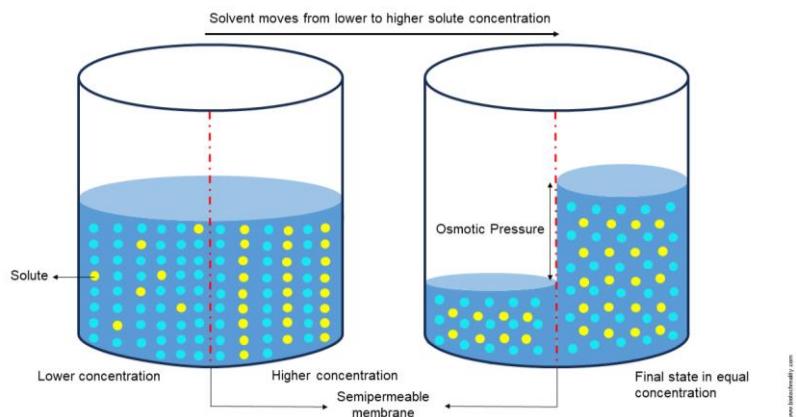
Gambar 2.4 Cairan tubuh pada ruang ekstraseluler dan intraseluler  
Sumber: Kusnanto (2016)

Cairan tubuh terbagi ke dalam dua kompartemen utama yaitu cairan intrasel dan ekstrasel (Gambar 2.4). Sekitar 60% dari total cairan tubuh berada di dalam sel, sementara 40% sisanya berada di luar sel. Cairan ekstrasel terdiri dari dua subkompartemen yaitu cairan interstisial sebesar 30% dan cairan intravaskular (plasma) sebesar 10% dari total cairan tubuh (Siregar, 2014).

Cairan ekstrasel dan cairan intrasel dibatasi oleh membran sel yang bersifat semipermeabel dan larut lemak (*lipid-soluble*). Membran ini memungkinkan air untuk bergerak bebas, tetapi membatasi perpindahan sebagian besar zat terlarut (solut) kecuali urea. Membran permeabel yang memisahkan cairan interstisial dan intravaskular dapat dilewati oleh air dan solut kecuali albumin yang hanya terdapat di intravaskular. Cairan ekstrasel dan intrasel masing-masing memiliki kation dan anion (elektrolit) yang berperan dalam menjaga keseimbangan cairan dan fungsi sel. Natrium

merupakan kation utama dalam cairan ekstrasel, disertai kalium, kalsium, dan magnesium. Anion seperti klorida, bikarbonat, dan albumin berperan penting dalam menjaga keseimbangan muatan listrik (elektronetralitas) di dalam cairan ekstraseluler. Cairan intrasel memiliki kalium sebagai kation utama dan anion utamanya adalah fosfat (Siregar, 2014).

Keseimbangan cairan tubuh dapat terganggu apabila terjadi perubahan volume antara cairan intrasel dan ekstrasel, maupun antara cairan interstisial dan intravaskular. Kondisi ini dapat ditemukan pada keadaan dehidrasi, hipovolemia, hipervolemia, dan edema. Ketidakseimbangan antara intrasel dan ekstrasel atau antara interstisial dan intravaskular dipengaruhi oleh osmolalitas efektif atau tekanan osmotik (Siregar, 2014).



Gambar 2.5 Mekanisme osmosis  
Sumber: *biotechreality.com* (2023)

Osmolalitas merupakan rasio antara jumlah solut (zat terlarut) dengan air dalam cairan tubuh. Natrium, kalium dan glukosa termasuk kedalam solut yang berfungsi sebagai osmol efektif karena berperan dalam menentukan tekanan osmotik. Semakin tinggi konsentrasi solut efektif maka tekanan osmotik akan semakin meningkat. Tekanan osmotik mengendalikan pergerakan air antara intrasel dan ekstrasel. Air akan berpindah dari daerah dengan tekanan osmotik rendah ke daerah dengan tekanan osmotik tinggi seperti pada Gambar 2.5 (Siregar, 2014).

## 5. Penatalaksanaan Cairan Penyakit Ginjal Kronis

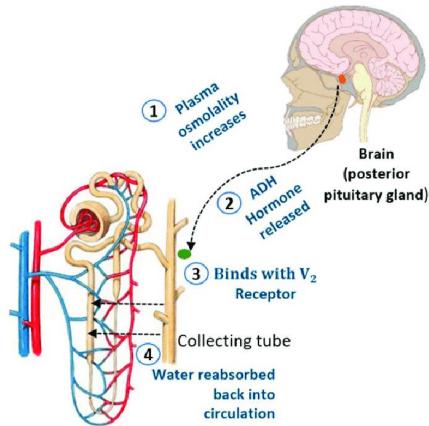
Asupan cairan ke dalam tubuh dikendalikan oleh rasa haus dan kenyang melalui rangsangan dari mulut, perut, dan hipotalamus sebagai pusat pengatur keseimbangan cairan dan suhu tubuh yang terletak di otak (Almatsier, 2010). Osmoreseptor di anteroventral hipotalamus sangat sensitif terhadap perubahan natrium plasma. Rasa haus muncul sebagai respons terhadap peningkatan tekanan osmotik dan atau penurunan volume darah (Wang *et al.*, 2023).

Kebutuhan cairan harian pada kondisi normal berkisar antara 30-35 mL/kg berat badan. Pasien PGK perlu memperhatikan volume urin yang dikeluarkan untuk menentukan kebutuhan cairan harian. Pembatasan cairan dilakukan karena adanya penurunan fungsi ginjal yang menyebabkan ketidakmampuan dalam mengatur keseimbangan cairan di dalam tubuh serta mengeluarkan kelebihan air dari tubuh. Pembatasan asupan cairan

bertujuan untuk mengurangi keluhan seperti edema dan sesak nafas (Wulan & Emaliyawati, 2018). Sebagai upaya pencegahan terhadap penumpukan cairan di dalam tubuh, jumlah cairan yang boleh dikonsumsi maksimal sebanyak 500 mL ditambah volume urin yang dikeluarkan dalam 24 jam (PERNEFRI, 2011).

## 6. Penatalaksanaan Natrium Penyakit Ginjal Kronis

Natrium adalah kation utama cairan ekstraseluler yang berfungsi menarik dan menahan air. Natrium yang dikonsumsi akan diabsorpsi terutama di bagian usus halus, kemudian dialirkan melalui darah menuju ginjal. Pada ginjal terjadi proses filtrasi dan reabsorpsi natrium ke dalam sirkulasi darah untuk mempertahankan kadar natrium dalam darah (Almatsier, 2010). Konsentrasi normal natrium dalam darah sebesar 135-145 mEq/L (Pranata, 2013). Natrium difiltrasi bebas di glomerulus dan direabsorpsi secara aktif 60-65% di tubulus proksimal, sisanya direabsorpsi 25-30% di lengkung henle, 5% di tubulus distal dan 4% di duktus koligentes. Hanya kurang dari 1% natrium yang dikeluarkan melalui urin (Silbernagl & Lang, 2007).



Gambar 2.6 Peran hormon antidiuretik dalam menjaga osmolalitas

Sumber: Selvarajan *et al.* (2020)

Kadar natrium yang tinggi dapat meningkatkan osmolalitas cairan ekstraseluler. Kondisi ini memicu impuls pada korteks serebral sehingga terjadi pelepasan *arginine vasopressin* (AVP) atau hormon antidiuretik (ADH), dan sensasi haus (Darwis, 2007). ADH bekerja melalui reseptor V<sub>2</sub> yang terdapat di tubulus distal. Aktivasi reseptor ini mendorong proses reabsorpsi air melalui pembentukan *aquaporin-2 water channel* yang memungkinkan terjadinya difusi H<sub>2</sub>O bebas dan penurunan gradien konsentrasi cairan tubuh, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.6 (Stockand, 2010). ADH juga dapat merangsang pusat pengatur saliva di batang otak (medula oblongata) untuk menurunkan produksi saliva sehingga menyebabkan sensasi mulut kering (Turner, 2016).

Rasa haus sangat sensitif terhadap peningkatan konsentrasi natrium plasma dan osmolalitas, hanya memerlukan peningkatan 2%–3% untuk menimbulkan rasa haus (Stachenfeld, 2008). Rekomendasi asupan garam pada pasien PGK dengan hemodialisis adalah 5-6g/hari atau setara

dengan 2000-2400 mg natrium (PERNEFRI, 2011). Penderita PGK yang menjalani hemodialisis tidak dianjurkan untuk mengkonsumsi makanan yang memiliki kadar natrium tinggi seperti ikan asin dan makanan lainnya yang diawetkan dengan garam serta adanya campuran garam pada setiap masakan (Saniyah *et al.*, 2020). Daftar bahan makanan dan bumbu yang memiliki kandungan natrium disajikan pada Tabel 2.3.

**Tabel 2.3**  
**Daftar Kadar Natrium Bahan Makanan dan Bumbu**  
**(mg/100g Bahan Makanan)**

<b>Bahan Makanan/Olahan</b>	<b>Natrium (mg)</b>	<b>Bahan Makanan/Olahan</b>	<b>Natrium (mg)</b>
Daging sapi	93	Mentega	780
Hati sapi	110	Margarin	950
Telur bebek	191	Roti putih	530
Telur ayam	158	Ragi	610
Ikan ekor kuning	59	Garam	38724
Sardin	131	Vetsin	13464
Udang segar	185	Kecap	5586
Teri kering	885	Terasi	824
Yoghurt	40	Saos tomat	14

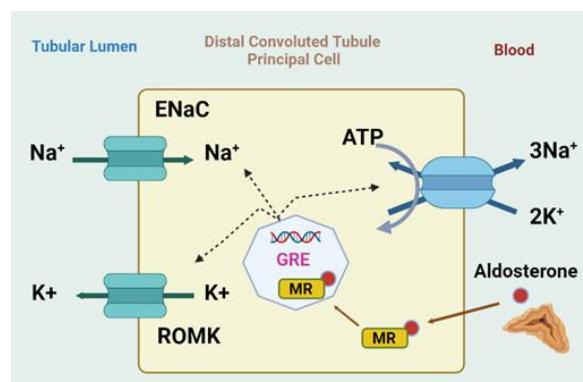
Sumber: Almatsier (2010)

## 7. Penatalaksanaan Kalium Penyakit Ginjal Kronis

Kalium merupakan kation utama cairan intraseluler yang memiliki peran dalam mempertahankan volume dan tekanan osmotik di dalam sel. Kalium yang dikonsumsi sebagian besar diserap tubuh dan disimpan dalam sel. Kalium yang berlebih diekskresikan terutama melalui urin (80–90%), sementara sisanya melalui feses, keringat, dan sekresi lambung. Kadar kalium darah dikendalikan oleh ginjal melalui kemampuannya

dalam menyaring, mereabsorpsi, dan mengekskresi kalium dengan bantuan hormon aldosteron (Almatsier, 2010).

Hormon aldosteron berperan dalam menjaga keseimbangan elektrolit, terutama sebagai respons terhadap kondisi hiperkalemia melalui mekanisme umpan balik negatif. Aldosteron mengikat reseptor mineralokortikoid di tubulus distal. Salah satu efeknya adalah meningkatkan kerja pompa  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase, sehingga terjadi peningkatan pengeluaran ion kalium dan hidrogen, serta peningkatan reabsorpsi natrium oleh ginjal seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.7 (Sarnowski *et al.*, 2022).



Gambar 2.7 Peran aldosteron dalam pompa  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase  
Sumber: [ajkdblog.org](http://ajkdblog.org) (2020)

Kalium memiliki efek diuretik sehingga dapat menurunkan kadar natrium dalam darah melalui ekskresi urine. Kalium dapat menekan sekresi renin yang berdampak pada penurunan angiotensin II dan aldosteron sehingga reabsorpsi natrium dan air ke dalam darah berkurang (Gunawan & Mulyani, 2010). Laju filtrasi glomerulus yang menurun dan

berkurangnya kemampuan tubulus dalam mensekresikan kalium dapat menyebabkan kelebihan kadar kalium. Pembatasan asupan kalium dilakukan untuk mempertahankan kadar kalium normal yaitu 3,5-5,0 mEq/L (Kandarini, 2017). Rekomendasi asupan kalium pada pasien PGK dengan hemodialisis adalah 8-17mg/kg/hari (PERNEFRI, 2011).

Kalium ditemukan hampir pada semua makanan, terutama pada makanan yang menjadi pilihan untuk diet rendah natrium dan protein, seperti buah-buahan dan sebagian besar sayuran. Pembatasan asupan kalium menyebabkan diet bagi penderita PGK menjadi semakin sulit diterapkan (Siagian, 2010). Kadar kalium berlebih dapat mengganggu konduksi listrik jantung yang berisiko menyebabkan aritmia, henti jantung atau gagal jantung, serta kelemahan otot (Siregar, 2014). Daftar bahan makanan dan olahan yang mengandung kalium disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4  
Daftar Kadar Kalium Bahan Makanan (mg/100g Bahan Makanan)

Bahan Makanan/Olahan	Kalium (mg)	Bahan Makanan/Olahan	Kalium (mg)
Beras giling	241	Bayam	461
Singkong	394	Tomat	235
Kentang	396	Wortel	245
Kacang kedelai	1504	Selada	254
Kacang merah	1151	Durian	601
Kacang hijau	1132	Pisang	435
Kacang tanah	421	Alpukat	278
Kelapa	555	Pepaya	221

Sumber: Almatsier (2010)

## 8. Metode *Food Recall* 24 Jam

### a. Definisi *Recall* 24 Jam

Pengukuran konsumsi makanan tingkat individu dapat dilakukan melalui metode *food recall* 24 jam. *Food recall* 24 jam adalah metode penilaian asupan gizi harian individu dengan cara menanyakan jumlah dan jenis makanan yang dikonsumsi selama 24 jam terakhir (Par'i, 2019).

### b. Langkah-langkah *Recall* 24 Jam

Pelaksanaan *recall* 24 jam menurut Supariasa *et al.* (2016):

- 1) Enumerator atau pewawancara menanyakan dan mencatat seluruh makanan dan minuman yang dikonsumsi responden dalam kurun waktu 24 jam yang lalu menggunakan satuan ukuran rumah tangga (URT). Proses ini menggunakan alat bantu seperti *food models*, foto/gambar alat terstandar, sampel nyata makanan, atau dengan peralatan makan yang biasa digunakan responden. Responden diminta mengingat dan menceritakan konsumsi makanan dan minuman mulai dari waktu bangun tidur hingga tidur kembali atau dihitung mundur 24 jam dari waktu wawancara. Data dicatat berdasarkan waktu makan seperti sarapan, makan siang, makan malam, camilan, serta makanan yang dikonsumsi di luar rumah.
- 2) Data hasil *recall* dikonversi dari URT ke dalam satuan berat (gram). Estimasi URT ke dalam satuan berat dapat menggunakan porsimetri

dengan berbagai alat bantu seperti foto atau alat makan standar, dan model makanan (*food model*).

c. Kelebihan dan Kekurangan Metode *Recall* 24 Jam

- 1) Kelebihan dari metode *recall* 24 jam adalah:
  - a) Mudah dilaksanakan dan tidak membebani responden
  - b) Biaya pelaksanaan relatif murah karena tidak memerlukan alat khusus
  - c) Pengumpulan data berlangsung cepat sehingga dapat mencakup lebih banyak responden
  - d) Dapat diterapkan pada responden yang buta huruf.
  - e) Memberikan gambaran aktual mengenai jenis dan jumlah makanan yang dikonsumsi
- 2) Kekurangan metode *recall* 24 jam yaitu:
  - a) Tidak dapat menggambarkan pola konsumsi jika pengukuran hanya dilakukan satu hari
  - b) Akurasi data sangat bergantung pada daya ingat responden
  - c) Tidak cocok diterapkan pada anak di bawah usia 7 tahun, lansia di atas 70 tahun, penderita gangguan memori, dan gangguan jiwa
  - d) Berisiko terjadi *flat slope syndrome*, yaitu kecendurungan responden melaporkan konsumsi makanan secara tidak akurat (*overestimate* atau *underestimate*).
  - e) Membutuhkan enumerator yang terlatih dan terampil dalam menggunakan alat bantu URT

- f) Responden perlu diberi pemahaman dan motivasi mengenai tujuan penelitian agar dapat memberikan informasi yang akurat
- g) Pengumpulan data dengan tujuan mendapatkan gambaran konsumsi sehari-hari, sebaiknya tidak dilakukan pada waktu-waktu khusus seperti upacara keagamaan, musim panen, dan selamatan (Par'i, 2019).

#### 9. Hubungan Asupan Cairan dengan *Interdialytic Weight Gain*

Pada penderita PGK, penurunan LFG dapat menyebabkan berkurangnya produksi urin (oliguria) bahkan tidak terbentuknya urin sama sekali (anuria). Kondisi ini berisiko menimbulkan penumpukan cairan di dalam tubuh. Pembatasan asupan cairan bertujuan untuk mencegah kenaikan IDWG yang tinggi serta mengendalikan tekanan darah (Susetyowati *et al.*, 2017).

Studi Siagian & Trialvi (2020) di RSUD Kota Tanjungpinang menemukan bahwa terdapat hubungan signifikan antara asupan cairan dengan IDWG ( $r = -0,907$ ;  $p = 0,000$ ). Penelitian Fazriansyah *et al.* (2018) di RSUD Kotabaru juga menemukan hubungan yang signifikan antara kepatuhan dalam mengontrol asupan cairan dengan nilai IDWG. Hasilnya menunjukkan bahwa ketidakpatuhan dalam membatasi asupan cairan berkontribusi pada peningkatan IDWG, yang selanjutnya dapat mempengaruhi kualitas hidup pasien ( $r = 0,682$ ;  $p = 0,000$ ).

#### 10. Hubungan Asupan Natrium dengan *Interdialytic Weight Gain*

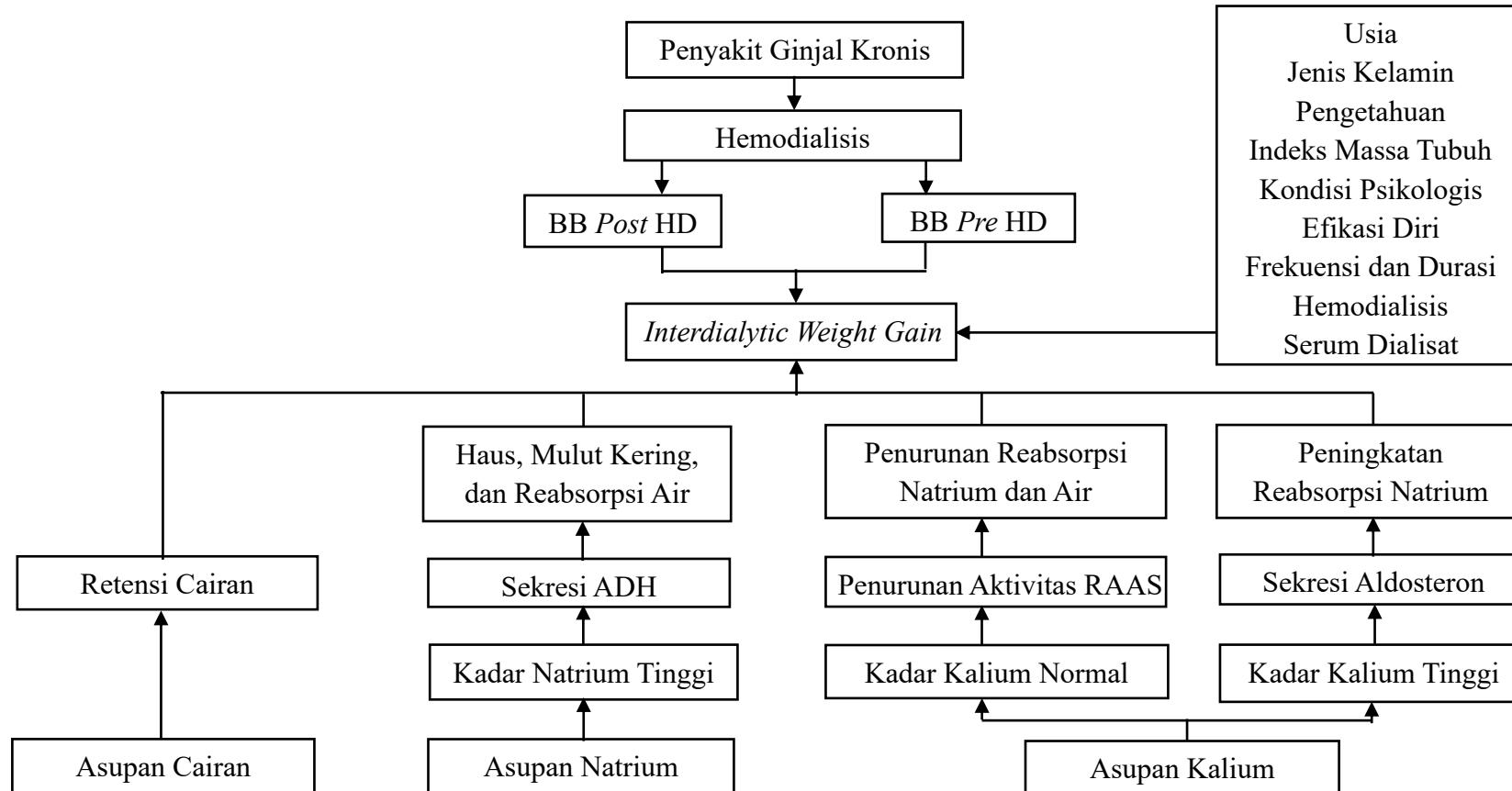
Asupan natrium dibatasi untuk mengendalikan rasa haus yang memicu pasien terus minum dan menyebabkan penumpukan cairan dan edema (Anita & Novitasari, 2017). Asupan natrium dapat menimbulkan rasa haus yang mendorong peningkatan konsumsi cairan. Akumulasi cairan dapat menyebabkan kenaikan IDWG berlebih (Rahardjo *et al.*, 2009). Penelitian yang dilakukan Hefi *et al.* (2019) di RSUD Banten menunjukkan adanya hubungan yang bermakna antara tingkat kecukupan natrium dengan IDWG ( $p = 0,021$ ;  $p < 0,05$ ). Sejalan dengan penelitian Zhang *et al.* (2016) bahwa natrium berkorelasi signifikan dengan IDWG ( $r = -0,483$ ;  $p = 0,001$ ).

#### 11. Hubungan Asupan Kalium dengan *Interdialytic Weight Gain*

Kalium adalah kation utama di dalam sel, dengan 98% berada di cairan intraseluler dan 2% berada di cairan ekstraseluler (Zacchia *et al.*, 2016). Kalium memiliki pengaruh osmotik yang jauh lebih kecil untuk menarik air ke ruang ekstraseluler. Penelitian Gultom *et al.*, (2024) di Rumah Sakit Umum Siloam Tangerang menunjukkan bahwa kadar kalium tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan peningkatan IDWG, dengan nilai  $p = 0,215$  ( $p > 0,05$ ).

Pada individu yang mengalami kerusakan ginjal, kalium akan keluar dari sel dan masuk ke cairan ekstraseluler. Keadaan ini akan menyebabkan hiperkalemia (Sandala *et al.*, 2016). Peningkatan konsentrasi kalium dalam plasma dapat secara langsung merangsang produksi hormon aldosteron oleh adrenal. Hormon aldosteron merangsang ekskresi kalium dan reabsorpsi natrium, sehingga dapat menyebabkan penumpukan cairan (Sukarni & Wahyu, 2013). Kahraman *et al.* (2015) melaporkan korelasi signifikan antara IDWG dan kadar kalium serum, dengan nilai  $p = 0,02$  pada kelompok dengan  $IDWG \geq 3\%$ .

## B. Kerangka Teori



Gambar 2.8 Kerangka teori

Sumber: Modifikasi Darwis (2007), Gunawan & Mulyani (2010), Safitri *et al.* (2022), dan Sarnowski *et al.*, (2022)