

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Elektrolit

Elektrolit adalah senyawa di dalam larutan yang berdisosiasi menjadi partikel yang bermuatan (ion) positif atau negatif. Ion bermuatan positif disebut kation dan ion yang bermuatan negative disebut anion (Matfin. G, 2009). Sebagian besar proses metabolisme memerlukan dan dipengaruhi oleh elektrolit. Konsentrasi elektrolit yang tidak normal dapat menyebabkan gangguan (Darwis D, 2008)

Pemeliharaan *homeostasis* cairan tubuh penting bagi kelangsungan hidup semua mikro organisme. Pemeliharaan tekan osmotik dan distribusi dan beberapa kompartemen cairan tubuh manusia adalah fungsi utama empat elektrolit mayor, yaitu natrium (Na^+), kalium (K^+), Klorida (Cl^-), dan Bikarbonat (HCO_3^-). Empat pemeriksaan elektrolit mayor secara klinis disebut profil elektrolit (Schott M.G, 2007)

2.2 Kalium

Kalium merupakan salah satu elektrolit yang berperan penting dalam tubuh dan merupakan ion yang bermuatan positif dan terdapat di dalam sel. Kalium (K^+) diabsorpsi di usus halus dan sebanyak 80-90% kalium yang dikonsumsi dieksresikan melalui urin sisanya dikeluarkan melalui feases, keringat dan cairan lambung. Kalium berfungsi dalam pemeliharaan keseimbangan cairan dan elektrolit, keseimbangan asam basa, transmisi saraf dan relaksasi otot (Almatsier S., 2007). Kalium masuk ke dalam tubuh melalui saluran usus dengan cara difusi melalui dinding kapiler dan absorpsi aktif (Nasution, 2010)

Defisiensi kalium tidak hanya disebabkan oleh bahan makanan yang memiliki kalium yang rendah, melainkan dapat disebabkan oleh eksresi yang berlebihan melalui ginjal, muntah berkepanjangan serta diare berat. Berkurangnya kadar kalium menyebabkan kelemahan otot bahkan kelumpuhan (Karta Sapetra, 2005)

Hyperkalemia adalah suatu kondisi dimana terlalu banyak kadar kalium didalam darah. Sebagian besar kalium dalam tubuh (98%) ditemukan dalam sel organ, sisanya beredar dalam aliran darah. Kalium membantu sel sel saraf dan otot, termasuk fungsi jantung. Ginjal adalah organ yang berfungsi mempertahankan konsentrasi kalium dalam darah tetap dalam kadar yang normal, namun pada kondisi tertentu seperti pada kasus gagal ginjal kronik dapat menyebabkan hyperkalemia. Obat atau diet yang tidak sehat juga dapat mempengaruhi kadar kalium darah. Hyperkalemia dapat mengancam kehidupan dan harus diobati (Wendro B, 2015)

Berikut adalah penyebab hyperkalemia (sudarto,2009)

1. Pengambilan darah vena yang buruk, sehingga menyebabkan darah lisis, yang menyebabkan ion K⁺ keluar dari dalam sel.
2. Eksresi tidak memadai seperti pada kasus GGA dan GGK, Insufisiensi adrenal, hipoaldosteronisme, penyakit Addison dimana kelenjar adrenal tidak dapat menghasilkan hormon yang merangsang pembuangan kalium oleh ginjal dalam jumlah cukup.
3. Obat obatan yang menghalangi pengeluaran kalium oleh ginjal seperti *triamterene*, obat diuretik (*spironolactone*) dan ACE inhibitor.

4. Berpindahnya ion K^+ dari ICF ke ECF yang disebabkan oleh asidosis metabolic (pada gagal ginjal), kerusakan jaringan (luka bakar, cedera berat, pendarahan internal), asupan yang berlebihan (pemberian infus IV yang mengandung ion K, pemberian cepat tranfusi darah yang disimpan, makanan penganganti garam pada pasien gagal ginjal)
5. Terlalu banyak asam dalam darah seperti pada pasien diabetes.

Hyperkalemia juga dapat terjadi akibat kalium yang dilepaskan secara tiba-tiba dari cadangan di dalam sel, hal ini terjadi apabila jaringan otot hancur (seperti pada cedera tergilas), terjadi luka bakar hebat, overdosis kokain.

Hypokalemia adalah gangguan keseimbangan yang diindikasikan oleh rendahnya kadar kalium dalam darah. Nilai normal kalium adalah 3,5 – 5,3 mEq/L

Berikut penyebab hypokalemia (Price dan Wilson, 2006)

1. Peningkatan ekskresi kalium dari dalam tubuh.
2. Beberapa obat dapat menyebabkan penurunan kadar kalium, seperti diuretic loop (furosemide), steroid, licorice, aspirin dan antibiotic tertentu.
3. Ginjal disfungsi, ginjal tidak dapat bekerja dengan baik karena kondisi yang disebut Asidosis Tubular Ginjal (RTA). Ginjal akan mengeluarkan kalium secara berlebihan. Obat yang menyebabkan RTA termasuk Cisplatin dan Amfoterisin B.
4. Kehilangan cairan akibat muntah berlebihan, diare atau keringat berlebihan.
5. Endokrin atau hormonal, seperti meningkatnya aldosterone. Aldosterone adalah hormone yang mengatur kadar kalium. Pada kasus tertentu pada

system endokrin seperti aldosteronisme dapat menyebabkan kehilangan kalium.

6. Malnutrisi kalium yang disebabkan oleh diet ketat.

2.2.1 Fungsi Kalium (Karta Sapoetra, 2007)

Fungsi kalium antara lain :

- a. Unsur organik yang penting dalam cairan intraseluler
- b. Sebagai transmisi implus-implus saraf
- c. Relaksasi otot

2.2.2 Sumber Kalium

Kalium merupakan salah satu unsur penting bagi setiap makhluk hidup, kalium banyak dijumpai pada semua makanan yang berasal dari tumbuhan dan juga hewan. Sumber utama kalium adalah makanan mentah atau segar, terutama buah, sayuran, dan juga kacang-kacangan (Almatsier, 2009).

Tabel 1. Kandungan kalium beberapa bahan makanan (mg/100 gram) (Almatsier, 2009)

Bahan Makanan	Mg	Bahan Makanan	Mg
Kacang Merah	1151	Pisang	435
Kacang Ijo	1132	Durian	691
Kacang Kedelai	1504	AlPukat	278
Bayam	462	Jambu biji	420
Tomat	296	Beras Giling	241
Wortel	245	Singkong	394
Kelapa	555	Papaya	223

Perbedaan kalium didalam serum dan cairan interstisial dipengaruhi oleh keseimbangan *Gibbs-Donnan*, sedangkan perbedaan kalium intrasel dengan cairan

interstisial adalah akibat adanya transport aktif (transport aktif kalium kedalam sel bertukar dengan natrium) jumlah kalium tubuh merupakan cermin keseimbangan kalium yang masuk dan keluar. Pemasukan kalium melalui saluran cerna tergantung dari jumlah dan jenis makanan. Orang dewasa dalam keadaan normal mengkonsumsi 60 – 100 mEq kalium per hari hampir sama dengan konsumsi natrium, kalium di filtrasi di glomerulus, sebagian besar (70 – 80%) direabsorpsi secara aktif maupun pasif di tubulus proksimal dan di reabsorpsi bersama dengan natrium dan klorida di lengkung henle (Priest G smith, 1996). Kekurangan ion kalium dapat menyebabkan frekuensi denyut jantung melambat (Darwis D, 2008). Peningkatan kalium dapat menyebabkan aritmia jantung, konsentrasi yang lebih tinggi dapat menimbulkan henti jantung atau fibrasi jantung (Fischbach, 2009). kadar kalium untuk orang dewasa menurut Schott, pada tahun 2006 adalah 3,5 – 5,3 mmol/L.

2.3 Ginjal

Ginjal merupakan organ berwarna coklat kemerahan berbentuk seperti kacang merah yang terletak pada dinding posterior abdomen, berjumlah 2 buah dimana masing-masing ginjal terletak disebelah kanan dan kiri *columna vertebralis* (Snell, 2006). Kedua ginjal terletak di retroperitoneal pada dinding abdomen, masing-masing disisi kanan dan kiri *columna vertebralis* setinggi vertebra torakal 12 sampai vertebra lumbal tiga. Ginjal kanan terletak sedikit lebih rendah dari pada ginjal kiri karena besarnya lobus hati kanan (Moore & Anne, 2012)

Pada struktur luar pada ginjal terdapat kapsul fibrosa yang keras dan berfungsi untuk melindungi struktur bagian dalam yang rapuh (Guyton & Hall, 2008). Pada tepi medial masing-masing ginjal yang cekung terdapat celah ventrikel yang dikenal sebagai *hilum renale* yaitu tempat arteri renalis masuk dan vena renalis serta pelvis keluar (Moore & Anne, 2012). Masing-masing ginjal terdiri atas 1-4 juta nefron yang merupakan satuan fungsional ginjal, nefron terdiri atas korpuskulum renal, tubulus kontortus proksimal, lengkung henle dan tubulus kontortus distal (Jungueira & Carberio, 2007)

Berikut ini adalah fungsi spesifik yang dilakukan oleh ginjal, yang sebagian besar ditunjukan untuk mempertahankan kestabilan cairan internal (Sherwood, 2001)

- a. Mempertahankan keseimbangan H_2O dalam tubuh.
- b. Mengatur jumlah dan konsentrasi sebagian besar ion CES, termasuk Na^+ , Cl^- , K^+ , HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} , SO_4^{2-} , PO_4^{3-} dan H^+ ; perubahan fluktuasi pada konsentrasi elektrolit ini dalam CES dapat menimbulkan disfungsi jantung yang fatal.
- c. Memelihara volume plasma yang sesuai, sehingga sangat berperan dalam pengaturan jangka panjang tekanan darah arteri. Fungsi ini dilaksanakan melalupean ginjal sebagai pengatur keseimbangan garam dan H_2O .
- d. Membantu memelihara keseimbangan asam-basa tubuh dan menyesuaikan pengeluaran H^+ Ddan HCO_3^- melalui urin.
- e. Pemeliharaan osmolalitas berbagai cairan, terutama melalui pengaturan keseimbangan H_2O

- f. Mengeskresikan produk-produk sisa dari metabolisme tubuh, misalnya urea, asam urat, dan kreatinin. Jka dibiarkan menumpuk sat-zat sisa tersebut bersifat toksik bagi tubuh terutama otak.
- g. Mengekresikan banyak senyawa asing, misalnya obat zat penambah pada makanan, pestisida, dan bahan-bahan eksogen non nutrisi lainnya yang berhasil masuk ke dalam tubuh.
- h. Mengsekresikan eritropoetin, suatu hormone yang dapat merangsang pembentukan sel darah merah.
- i. Mensekresikan renin, suatu hormone enzimatik yang memicu reaksi berantai yang penting dalam proses konservasi garam oleh ginjal.
- j. Mengubah vitamin D menjadi bentuk aktifnya (Sherwood, 2001)

2.4 Gagal Ginjal Kronik

Gagal Ginjal Kronik (GGK) adalah penyimpangan progresif ginjal yang tidak dapat pulih dimana kemampuan ginjal untuk mempertahankan keseimbangan metabolik, cairan dan elektrolit mengalami kegagalan (Alam Syamsir dan Hadibroto Iwan, 2007)

Gagal ginjal kronik adalah penurunan fungsi ginjal yang terjadi secara bertahap, penyebabnya antara lain *glomerulonephritis*, infeksi kronis, penyakit vascular (*nefrosklerosis*), proses obstruktif (*kalkuli*), penyakit kolagen (*lupus siskemik*), agen nefrotik (*aminoglikosida*), penyakit endokrin (*diabetes*). Gagal ginjal kronik terjadi apabila kedua ginjal sudah tidak mampu mempertahankan keseimbangan cairan dan elektrolit yang bersifat *irreversible* (Baradero, 2007)

Dari pengertian diatas penulis menyimpulkan bahwa gagal ginjal kronik adalah kerusakan fungsi ginjal secara bertahap dimana ginjal tidak dapat menjaga keseimbangan cairan dan elektrolit yang bersifat *irrefersible*.

2.4.1 Etiologi

Menurut price dan Wilson (2005) klasifikasi penyebab gagal ginjal kronik adalah sebagai berikut:

1. Penyakit infeksi tubulointersial : pielonefritis kronik atau refluks nefropati.
2. Penyakit peradangan : Glomerulonefritis
3. Penyakit vaskuler hipertensif : Nefrosklerosis benigna, Nefrosklerosis maligna, stenosis arteria renalis.
4. Gangguan jaringan ikat: lupus eritematosus siskemik, poliarteritis nodosa, sclerosis system progresif
5. Gangguan congenital dan herediter: penyakit ginjal polikistik, asidosis tubulus ginjal.
6. Penyakit metabolik: Diabetes Melitus, gout, hiperparatiroidisme, amyloidosis.
7. Nefropati toksik : penyalahgunaan analgesi, nefropati timah.
8. Nefropati obstruktif : Traktus urinarius bagian atas (batu/calculi, neoplasma, fibrosis, retroperitoneal), traktus urinarius bawah (hipertropi prostat, striktur uretra, anomaly congenital leher vesika urinaria dan uretra)

2.4.2 Hubungan Gagal Ginjal dengan kadar Kalium

Ginjal merupakan pengendali utama homeostasis cairan, elektrolit dan asam basa dalam tubuh. Perubahan fungsi ginjal dapat mengakibatkan homeostasis

cairan, elektrolit dan asam basa terganggu. Gagal ginjal yang berada pada tahap lebih berat (gagal ginjal kronis), tubulus tidak dapat lagi menukar K^+/H^+ untuk Na^+ sehingga menyebabkan hiperkalemia yang nantinya dapat memicu terjadinya henti jantung. Kinerja ion dan kation tersebut dapat mempengaruhi transmisi neurokimia dan neuromuskular yang akan mempengaruhi fungsi otot, irama dan kontraksi jantung, perasaan (*mood*), perasaan serta fungsi saluran pencernaan (price, dan Wilson, 2005)

Pasien dengan gagal ginjal kronis harus dipertimbangkan pada kelompok resiko tinggi terjadinya gangguan kardiovaskular. Menurut (Foley, 2007) menjelaskan bahwa prevalensi penyakit arteri koroner kurang lebih sebesar 40%, ventrikel kiri sebesar 75% dan mortalitas kardiovaskular telah diperkirakan sekitar 9% pertahun. Kedua penyakit koroner dan hipertrofi ventrikel kiri merupakan faktor terjadinya gagal jantung. Lebih lanjut dijelaskan gagal ginjal kronik beresiko terjadi gagal jantung sebesar 40%.

Oleh karena itu pengendalian elektrolit pada pasien gagal ginjal perlu dilakukan untuk membantu pengobatan dan perjalanan penyakit serta membuat prognosis. Pengendalian elektrolit terbesar dalam tubuh meliputi natrium, kalium, klorida dan kalsium

2.5 Faktor yang mempengaruhi Kadar Kalium

a. persiapan penderita

sebelum pengambilan sampel pemeriksaan pasien perlu dipersiapkan, diinformasikan, serta diberi penjelasan seperlunya mengenai tindakan yang akan dilakukan. Beberapa keadaan yang dapat mempengaruhi hasil antara lain: *obat*

diuretic, puasa, aktifitas fisikk, stress dan sebagainya harus diketahui juga agar dihindari. (Good Laboratory Practice, 2008)

b. pengambilan sampel

Pengambilan darah vena yang buruk, sehingga menyebabkan darah lisis, yang menyebabkan ion K keluar dari dalam sel. Nilai kalium dapat meninggi apabila pasien berulang ulang membuka dan menutup genggaman tanganya secara kuat sementara tourniquet masih terpasang pada pungsi vena. Apabila diambil dengan benar maka sampel tidak akan lisis dan baik digunakan untuk pemeriksaan elektrolit (Witono Santoso,dkk., 1999)

c. Metode

Beberapa metode pemeriksaan elektrolit adalah sebagai berikut:

1. Metode Flame Emission Spectrophotometry
2. Metode Potensiometer dengan menggunakan Ion Selectife Elektrodes (ISE)
3. Spektrofotometri
4. Metode Potensiometer dengan munggunakan Biosensor.

Metode untuk menganalisa kadar natrium dan kalium terdiri dari *flame photometry* dimana kation-kation tersebut diukur berdasarkan intensitas garis spektral emisi atomik saat mendapat eksitasi dari sinar kontrol. Metode spektrofotometri adalah metode pengukuran berdasarkan perubahan warna atau terjadinya kekeruhan adalah proporsional dengan elektrolit yang kita ukur.

Metode elektroda ion selektif (*Ion selective Electrode/ ISE*) yang di nyatakan dalam satuan mmol/L menurut data dari College Of American Pathologists (CAP) pada 5400 laboratorium di Amerika yang memeriksa kalium dan Natrium, lebih

dari 99% menggunakan metode ISE. Metode ISE mempunyai akurasi yang baik, koefisien variasi kurang dari 1,5%, kalibrator dapat dipercaya dan mempunyai program pemantapan mutu yang baik (Klutts J.S, 2007).

d. Kalibrasi

Sebelum menggunakan alat perlu diperhatikan beberapa hal penting. Alat yang digunakan harus sudah terkalibrasi dengan baik. Pemeriksaan bahan kontrol perlu dilakukan sebelum pemeriksaan terhadap sampel. Hal penting lainnya adalah mengikuti seluruh rangkaian protap pemakaian alat yang telah dibakukan. (Kumpulan protap RSUD Kardinah Tegal, 2012).

2.6 Kerangka Teori

Didasarkan atas pustaka yang ada kerangka teori penelitian ini adalah sebagai berikut:



