

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab II menguraikan dasar-dasar teori yang berkaitan dengan penyakit gagal ginjal kronik, hemodialisis, *Quick of blood* (Qb), ureum dan kreatinin serta peran perawat hemodialisis

A. Penyakit Gagal Ginjal Kronik (CKD)

1. Definisi

Penyakit gagal ginjal kronik (CKD) merupakan tahapan akhir gagal ginjal dimana GFR < 15 ml/ menit, sehingga tubuh gagal untuk mempertahankan metabolisme dan keseimbangan cairan dan elektrolit, menyebabkan uremia yaitu retensi urea dan sampah nitrogen lain dalam darah (Ignatavicius & Workman, 2006).

Adapun tahap *Chronic Kidney Disease* menurut *National Kidney Foundation* (2007) dan *Renal Assosiation* (2009) adalah:

- a. **Tahap I:** Kerusakan ginjal dengan GFR normal atau meningkat (>90 ml/min/1.73 m²). Fungsi ginjal masih normal tapi telah terjadi abnormalitas patologi dan komposisi dari darah dan urin
- b. **Tahap II:** Penurunan GFR ringan yaitu 60-89 ml/min/1.73 m² disertai dengan kerusakan ginjal. Fungsi ginjal menurun ringan dan ditemukan abnormalitas patologi dan komposisi dari darah dan urin

- c. **Tahap III:** Penurunan GFR sedang yaitu GFR 30-59 ml/min/1.73 m². Tahapan ini terbagi lagi menjadi tahapan IIIA (GFR 45-59) dan tahapan IIIB (GFR 30-44). Saat pasien berada dalam tahapan ini telah terjadi penurunan fungsi ginjal sedang.
- d. **Tahap IV:** Penurunan GFR berat yaitu 15-29 ml/menit/1,73 m², terjadi penurunan fungsi ginjal yang berat. Pada tahapan ini dilakukan persiapan untuk terapi pengganti ginjal.
- e. **Tahap V:** Gagal ginjal dengan GFR <15 ml/menit/1,73 m², merupakan tahapan kegagalan ginjal tahap akhir. Terjadi penurunan fungsi ginjal yang sangat berat dan dilakukan terapi pengganti ginjal secara permanen

2. Etiologi

Chronic Kidney Disease (CKD) terjadi akibat berbagai macam keadaan yang dapat merusak nefron ginjal. Smeltzer, et al (2008) menyebutkan bahwa CKD dapat disebabkan oleh penyakit sistemik seperti diabetes melitus; glomerulonefritis kronik; piolonefritis; hipertensi yang tidak dapat dikontrol; obstruksi traktus urinarius; lesi herediter seperti penyakit ginjal polistik, gangguan vaskuler, infeksi, medikasi atau agen toksik. Parmar (2002) juga menyatakan bahwa penyebab dari kejadian CKD juga disebabkan oleh akibat lingkungan dan pekerjaan rumah seperti: timah hitam, *cadmium*, *mercury*, dan *chromium*.

3. Patofisiologi

Ketika fungsi ginjal menurun, produk akhir metabolisme protein yang secara normal dikeluarkan oleh ginjal menumpuk dalam darah. Akibatnya akan terjadi uremia yaitu penumpukan ureum dan kreatinin dalam darah yang akan mempengaruhi seluruh sistem tubuh. Semakin besar sisa metabolisme menumpuk dalam darah akan semakin

besar gejala yang terjadi (Smeltzer, et al, 2008). Karena setiap sistem tubuh dipengaruhi oleh kondisi uremia, pasien akan menunjukkan sejumlah tanda dan gejala. Beratnya tanda dan gejala ini tergantung kondisi, umur pasien dan penatalaksanaan yang sudah diberikan.

4. Penatalaksanaan

Penyakit gagal ginjal kronik (CKD) merupakan titik akhir dari gangguan faal ginjal yang bersifat *irreversibel*, mengakibatkan terjadinya sejumlah perubahan fisiologis yang tidak dapat diatasi lagi dengan tindakan konservatif, sehingga membutuhkan terapi pengganti ginjal. Terapi pengganti ginjal diperlukan untuk mempertahankan kelangsungan hidup pasien (Kallenbach, et al, 2005). Terapi pengganti ginjal terdiri dari hemodialisis, peritoneal dialisis dan transplantasi ginjal. Saat ini hemodialisis (HD) merupakan terapi pengganti ginjal yang paling banyak dilakukan dan jumlahnya dari tahun ketahun terus meningkat.

B. Hemodialisis

Hemodialisis merupakan salah satu terapi pengganti bagi individu dengan penyakit gagal ginjal kronik.

1. Definisi dan tujuan

Hemodialisis adalah suatu proses dimana terjadi difusi partikel terlarut (salut) dan air secara pasif melalui darah menuju kompartemen cairan dialisat melewati membran semi permeabel dalam dialiser (Price & Wilson, 2005), dimana cara kerja hemodialisis dengan melewatkan darah pada membran semipermeabel dimana terjadi proses difusi toksin karena terjadinya perbedaan gradien konsentrasi, baik melalui

shunt arteri vena luar, atau fistula arteri-vena yang ditempatkan secara operasi. Hemodialisis digunakan pada pasien dengan gagal ginjal untuk mengurangi nilai urea nitrogen darah, kreatinin, hiperkalemia dan memperbaiki keadaan asidosis metabolik. (Smeltzer 2005; Gutch et al,1999).

Tujuan utama hemodialisis adalah menghilangkan gejala yaitu mengendalikan uremia, kelebihan cairan, dan ketidakseimbangan elektrolit yang terjadi pada pasien CKD (Kallenbach, et al, 2005). Hal ini karena sistem ginjal buatan yang dilakukan oleh dialiser memungkinkan terjadinya pembuangan sisa metabolisme berupa ureum, kreatinin dan asam urat, pembuangan kelebihan air, mempertahankan sistem *buffer* tubuh serta mengembalikan kadar elektrolit tubuh (Lewis, Hitkemper & Dirksen, 2000).

2. Komponen hemodialisis

Beberapa komponen penyusun rangkaian dalam pelaksanaan proses hemodialisis adalah ginjal buatan, mesin hemodialisis, dialiser dan akses vaskuler.

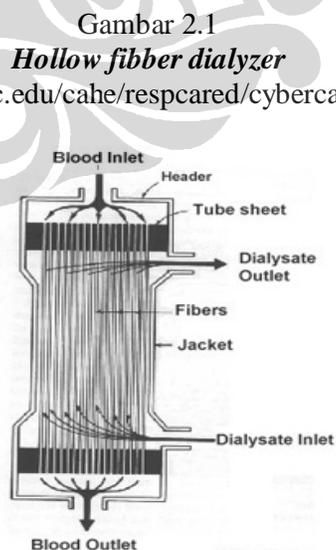
a. Dialiser

Dialiser merupakan komponen paling penting dalam proses hemodialisis. Darah mengalir ke dalam kompartemen darah dari dialiser, tempat terjadinya pertukaran cairan dan zat sisa, kemudian cairan diubah (ultrafiltrasi) dengan menggunakan tekanan hidrostatis pada kompartemen dialiser, yang menyebabkan cairan bergerak melewati membran (Smeltzer, et al, 2008).

Ginjal buatan atau dialiser yang terdiri dari bagian-bagian darah dan bagian-bagian dialiser, dipisahkan oleh membran semipermeabel yang memungkinkan

difusi dari zat-zat terlarut dan difiltrasi oleh air; protein dan bakteri tidak dapat melalui membran semipermeabel tersebut. Dialiser ada yang memiliki *high efficiency* atau *high flux*. Dialiser *high efficiency* adalah dialiser yang mempunyai luas permukaan membran yang besar. Dialiser *high flux* adalah dialiser yang mempunyai pori-pori besar yang dapat melewatkan molekul yang lebih besar, dan mempunyai permeabilitas terhadap air yang tinggi. Dialiser standar memiliki kemampuan pembersihan ureum <200 ml/menit, kecepatan darah yang dipakai 250 ml/menit, *low-flux* dengan koefisien ultrafiltrasi (Kuf) <15 ml/mmHg/jam. (Gatot, 2003).

Ada 3 tipe dialiser yang siap pakai, steril dan bersifat disposibel yaitu bentuk *hollow-fiber (capillary) dializer*, *parallel flat dializer* dan *coil dializer* (Gatot, 2003). Setiap dialiser mempunyai karakteristik tersendiri untuk menjamin efektifitas proses eliminasi dan menjaga keselamatan pasien. Yang banyak beredar dipasaran adalah bentuk *hollow fibber* dengan membran selulosa (gambar 2.1)



b. Dialisat

Dialisat adalah cairan yang terdiri atas air dan elektrolit utama dari serum normal yang dipompakan melewati dialiser ke darah pasien. Dialisat merupakan larutan elektrolit yang komposisinya sama dengan plasma normal (Thomas & Smith, 2003).

Dialisat terdiri dari dialisat asetat dan dialisat bikarbonat. Dialisat asetat terdiri dari sejumlah sodium, kalsium, magnesium, kalium, klorida dan sejumlah kecil asam asetat. Dialisat asetat dipakai untuk mengoreksi asidosis uremia dan mengimbangi kehilangan bikarbonat secara difusi selama hemodialisis. Dialisat asetat tersedia dalam bentuk konsentrat yang cair dan relatif stabil. Sementara itu dialisat bikarbonat terdiri dari larutan asam dan larutan bikarbonat. Konsentrasi bikarbonat yang tinggi dapat menyebabkan terjadinya hipoksemia dan alkalosis metabolik yang akut. Namun dialisat bikarbonat bersifat lebih fisiologis walaupun relatif tidak stabil. (Thomas, 2003; Kallenbach, et all, 2005). *Renal association* (1997) dikutip dari Thomas (2003) merekomendasikan semua unit dialisis untuk menggunakan dialisat bikarbonat untuk memperbaiki gangguan cairan dan elektrolit pada gagal ginjal. Dialisat dibuat dengan mencampurkan konsentrat elektrolit (konsentrat) dengan *buffer* (bikarbonat) dan air murni. Penggunaan bikarbonat secara langsung memiliki efek pengendapan dalam bentuk kalsium bikarbonat jika ditambahkan kalsium ke dalam cairan dialisat (NIDDK, 2005).

c. Mesin hemodialisis

Mesin hemodialisis merupakan perpaduan dari komputer dan pompa, dimana mesin hemodialisis mempunyai fungsi untuk mengatur dan memonitor. Pompa

yang ada dalam mesin hemodialisis berfungsi untuk mengalirkan darah dari tubuh ke dialiser dan mengembalikan kembali ke dalam tubuh (Thomas, 2003).

Mesin hemodialisis saat ini sudah dibuat dengan komputerisasi, dilengkapi dengan monitor dan parameter-parameter kritis, diantaranya memonitor kecepatan dialisat dan darah, konduktivitas cairan dialisat, temperatur dan pH, aliran darah, tekanan darah, dan memberikan informasi jumlah cairan yang dikeluarkan serta informasi vital lainnya. Mesin hemodialisis juga mengatur ultrafiltrasi melalui volume kontrol, mengatur cairan dialisat yang masuk ke dialiser, dan memonitor analisis dialisat terhadap kebocoran udara atau darah serta dilengkapi detektor udara ultrasonic untuk mendeteksi adanya udara atau busa dalam vena (Hudak & Gallo, 1999; Thomas, 2003). Mesin ini juga dilengkapi dengan alarm yang akan berbunyi jika ada sesuatu yang tidak normal. Sistem monitoring setiap mesin hemodialisis sangat penting untuk menjamin efektifitas proses dialisis dan keselamatan pasien.

Gambar 2.2
Mesin hemodialisis
(Sumber: *The Kidney Foundation of Canada*, 2006)



d. Akses vaskuler

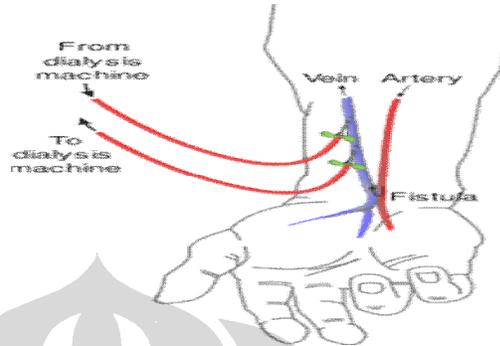
Proses hemodialisis membutuhkan pintu masuk atau akses agar darah dari tubuh dapat keluar dan disaring oleh dialiser kemudian kembali ke dalam tubuh. Terdapat 3 jenis akses yaitu arteriovenous (AV) fistula, AV *graft* dan *central venous catheter* atau perkutan akses. AV fistula adalah akses vaskuler yang paling direkomendasikan karena cenderung lebih aman dan juga nyaman untuk pasien (Thomas, 2003)

Saat proses hemodialisis, darah dialirkan ke luar tubuh dan disaring di dalam dialiser. Darah mulai mengalir dibantu oleh pompa darah. Kantung cairan normal saline selalu diletakkan sebelum pompa darah untuk mengantisipasi adanya hipotensi intradialisis. Sementara itu infus heparin diletakkan baik sebelum atau setelah pompa darah tergantung peralatan yang digunakan (Ignatavicius & Workman, 2006). Darah mengalir dari tubuh melalui akses arterial, selanjutnya mengalir ke dalam dialiser sehingga terjadi pertukaran darah dan zat sisa. Darah harus dapat keluar dan masuk tubuh pasien dengan kecepatan 200-400 ml/menit (Price & Wilson, 2005).

Akses vaskular adalah hal yang penting untuk memungkinkan aliran darah sebanyak 200-250 ml/menit untuk dialisis yang efektif. Area akses vaskular meliputi fistula arteriovenosa atau yang sering dikenal dengan *cimino*; *graft arteriovenosa*; *shunt arteriovenosa* (jarang digunakan); kateterisasi vena subklavia dan femoralis (Brenner, 2004). Kepatenan akses vaskuler juga mempengaruhi kelancaran aliran darah.

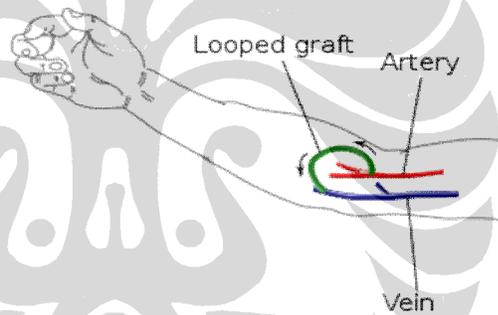
Gambar 2.3.
Akses AV Fistula

(Sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hemodialysis>)



Gambar 2.4.
Akses AV Graft

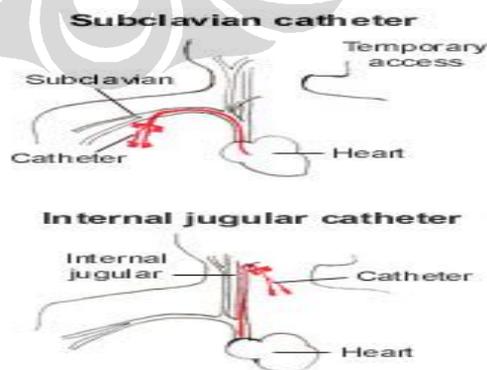
(Sumber: <http://en.wikipedia.org/wiki/Hemodialysis>.)



Gambar 2.5.

Akses *central venous catheter*

(Sumber: <http://www.lhsc.on.ca/critcare/icu/elearning/crrt/tips3.html>)



3. Proses hemodialisis

Proses hemodialisis menggunakan membran buatan semi-permeabel yang berfungsi sebagai ginjal buatan. Juga dipergunakan suatu mesin untuk mengalirkan darah pasien melalui salah satu sisi permukaan dari membran semi-permeabel sebelum dikembalikan ke sirkulasi darah tubuh pasien. Pada saat yang sama cairan hemodialisis dipompakan ke dalam mesin dan dialirkan melalui sisi lain dari permukaan semi-permeabel, sehingga terjadi pertukaran ion antara darah pasien dengan cairan hemodialisis. Melalui membran semi-permeabel yang mengandung lubang-lubang kecil tersebut produk-produk sisa dari darah pasien seperti urea, kreatinin, fosfat, kalium dan lainnya termasuk kelebihan air serta garam dari tubuh lewat dan masuk ke dalam cairan hemodialisis yang mengalir dengan arah berlawanan dari aliran darah pasien. Walaupun demikian, protein dan sel-sel darah tidak dapat menembus melalui lubang-lubang kecil dalam membran semi-permeabel tersebut. Bakteri dan virus yang mungkin mengkontaminasi cairan hemodialisis juga tidak dapat masuk ke dalam aliran darah pasien melalui membran tersebut karena ukurannya lebih besar dari lubang-lubang kecil tersebut (NIDDK, 2005).

Proses hemodialisis memanfaatkan adanya perbedaan gradien, yaitu terjadinya difusi yang merupakan proses lewatnya partikel (ion) dari area dengan konsentrasi tinggi ke area dengan konsentrasi rendah. Perbedaan tekanan hidrostatik dapat dicapai dengan meningkatkan tekanan positif di dalam kompartemen darah alat dialisis yaitu dengan meningkatkan resistensi terhadap aliran vena atau dengan menimbulkan efek vakum dalam ruang cairan dialisis dengan memainkan pengatur tekanan negatif.

Air yang berlebihan dikeluarkan dari dalam tubuh melalui proses osmosis. Pengeluaran air dapat dikendalikan dengan menciptakan gradien osmotik. Pada saat dialisis, pasien, dialiser dan rendaman dialisat memerlukan pemantauan untuk mendeteksi komplikasi seperti emboli paru, ultrafiltrasi yang tidak adekuat atau berlebihan (muntah, kram dan hipotensi) dan perembesan darah (Sudoyo, 2006).

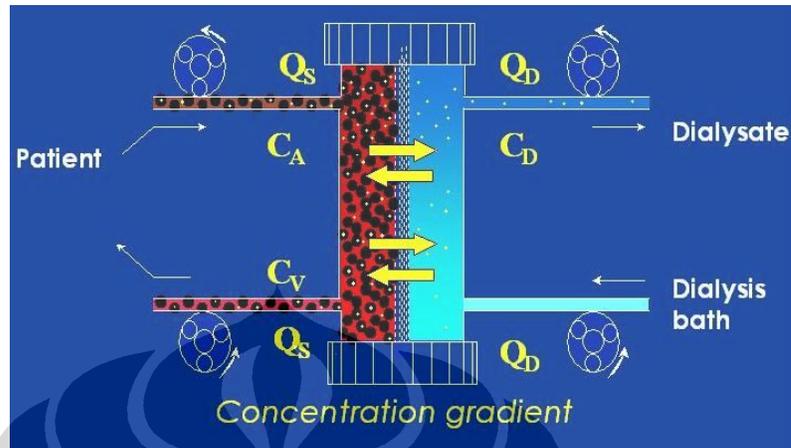
Besar pori yang terdapat pada selaput (membran) semipermeabel akan menentukan besar molekul zat terlarut yang dapat berpindah. Molekul dengan berat lebih besar daripada besar pori akan berdifusi lebih lambat dibanding molekul dengan berat lebih rendah. Kecepatan perpindahan zat terlarut tersebut makin tinggi jika: (a) perbedaan konsentrasi di kedua kompartemen makin besar, (b) terjadi perbedaan tekanan hidrostatik di kompartemen darah dan (c) bila tekanan osmotik di kompartemen cairan dialisis lebih tinggi. Cairan dialisis ini berlawanan arah dengan aliran darah untuk meningkatkan efisiensi. Perpindahan zat terlarut pada awalnya berlangsung cepat tetapi kemudian melambat sampai konsentrasinya sama di kedua kompartemen (Price, 2007).

Selama proses dialisis pasien akan terpajan dengan cairan dialisat sebanyak 120-150 liter. Zat dengan berat molekul ringan yang terdapat dalam cairan dialisat akan dapat dengan mudah berdifusi ke dalam darah pasien selama proses terjadi. Hal tersebut menyebabkan kandungan salut cairan dialisat ditetapkan dalam batas toleransi tubuh. Cairan dialisat perlu dimurnikan agar tidak terlalu banyak mengandung zat yang dapat membahayakan tubuh. Dengan teknik *reverse osmosis* air akan melewati membran semi permeabel yang mempunyai pori-pori kecil sehingga dapat menahan molekul dengan berat molekul kecil seperti urea, natrium dan klorida (Sudoyo, 2006).

Gambar 2.6.

Proses hemodialisis didalam dialiser

(http://www.crrt.ch/crrt_home/crrt-principles/hemodialysis.htm)



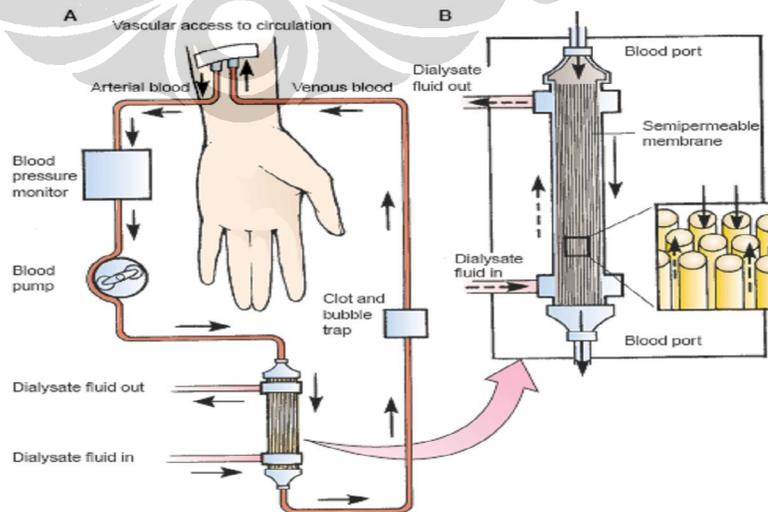
Keterangan: Q_s (aliran darah), Q_D (aliran dialisat)

Darah yang sudah melalui proses hemodialisis akan dikembalikan ke tubuh pasien melalui akses vena. Pada akhir terapi dialisis, sisa akhir metabolisme telah dikeluarkan, keseimbangan elektrolit sudah dipulihkan, gejala pada berbagai sistem tubuh bisa diminimalkan. Proses lengkap hemodialisis terlihat dalam gambar 2.7

Gambar 2.7.

Komponen Sistem Hemodialisis

(Sumber: Smeltzer & Bare, 2008)



C. Dosis hemodialisis

Kt/V menjadi metode pilihan untuk mengukur dosis dialisis yang diberikan karena lebih akurat menunjukkan penghilangan ureum, dapat juga dipakai untuk peresepan dialisis untuk penderita yang memiliki fungsi renal residual (NKDOQI, 2006). Kt/V ureum adalah dimana Kt merupakan jumlah bersihan ureum plasma persatuan waktu dan V merupakan volume distribusi ureum dan V dalam satuan liter, K adalah klearensi dalam satuan L/menit diperhitungkan dari KoA dialiser, serta kecepatan aliran darah dan kecepatan aliran dialisat, t adalah waktu tindakan HD dalam satuan menit. Rumus yang dianjurkan oleh NKF-DOQI (2006) adalah generasi kedua yang dikemukakan oleh Daugirdas.

$$Kt/V = -\ln(R - 0,008xt) + (4 - 3,5xR) \times UF/W$$

- Dimana :
1. Ln adalah logaritma natural.
 2. R adalah BUN setelah dialisis dibagi BUN sebelum dialisis
 3. t adalah lama waktu dialisis dalam jam.
 4. UF adalah volume ultrafiltrasi dalam liter.
 5. W adalah berat pasien setelah dialisis dalam kg.

Penilaian adekuasi hemodialisis :

Untuk mengukur AHD dari HD yang telah dilakukan.

Penderita berat badan paska HD = 70 Kg, BUN pre HD = 100 mg/dl,

BUN post HD = 30 mg/dl, t = 4 jam dan Ultrafiltrasi 2 liter

$Kt/V = - \ln (R-0,008 \times t) + (4-3,5 \times R) \times UF/W$ $= - \ln (0,3-0,008 \times 4) + (4-3,5 \times 0,3) \times 2/70$ $= - \ln (0,3-0,032) + (4-1,05) \times 0,03$ $= - \ln 268 + 2,95 \times 0,03$ $= - \ln 0,268 + 0,0885$ $= 1,317 + 0,0885$ $= 1,4$	$RRU = 100 \times (1-Ct/Co)$ $= 100 \times (1-30/100)$ $= 100 \times 0,70$ $= 70\%$
--	---

Disamping yang direkomendasikan oleh NKF -DOQI, Daugirdas juga mengajukan rumus linier yang lebih sederhana yaitu:

$$Kt/V = 2,2 - 3,3 (R - 0,03) - UF/W$$

Contoh :

$$Kt/V = 2,2 - 3,3 (R - 0,03) - UF/W$$

$$= 2,2 - 3,3 (0,3 - 0,03) - 2/70$$

$$= 2,2 - 3,3 \times 0,27 - 0,03$$

$$= 2,2 - 0,89 - 0,03$$

$$= 1,3$$

Daugirdas (1999) juga mengemukakan rumus Kt/V berdasarkan nilai Qb pasien yaitu:

$$Kt/V = (Qb \cdot t) / 4 \cdot W$$

Dimana : (R) adalah nilai ureum setelah dialisis dibagi ureum sebelum dialisis, (t) adalah lama waktu dialisis dalam jam, (UF) adalah volume ultrafiltrasi dalam liter, (W) adalah berat pasien setelah dialisis dalam kg dan (Qb) adalah *quick of blood*.

NKDOQI (2006) menggunakan batasan minimal Kt/V=1,2 untuk penderita yang menjalani HD 3 kali seminggu. Sedangkan untuk kelompok penderita diabetes dimana risiko kematian pada CKD lebih tinggi. Hemodialisis 2 kali seminggu tidak dianjurkan oleh NKDOQI, HD 2 kali seminggu hanya dilakukan untuk sementara, dan hanya penderita yang masih mempunyai klirens sisa >15 ml/menit (NKDOQI, 2006). Dapat pula dipertimbangkan pada penderita dengan berat badan ringan. Daugirdas (2007) menganjurkan jika masih melakukan HD 2 kali seminggu, Kt/V adalah 1,8-2,0. Secara individual semestinya dokter harus selalu merencanakan dosis HD yang akan dilakukan dalam setiap tindakan HD, adapun target minimal yang ditentukan untuk Kt/V =1,2 atau setara dengan RRU 65% (NKDOQI, 2006). Peresepan HD bersifat individual, oleh karena setiap penderita dapat berbeda dalam hal berat badan, volume distribusi ureum, jenis dializer yang dipakai, kecepatan aliran darah, kecepatan aliran dialisat, jenis dialisat, lama waktu HD, ultrafiltrasi yang dilakukan (Gatot, 2003)

Kt/v adalah indikator dalam mengukur keadekuatan hemodialisis, dimana (K) adalah klirens dari dialiser yaitu darah melewati membran dialiser dalam satuan ml/menit, (t) adalah waktu dalam proses hemodialisis, (Kt) adalah pemeriksaan dikalikan dengan

waktu, dimana merepresentasikan jumlah bersihan urea selama satu periode hemodialisis. (v) adalah volume dari BB pasien predialisis. (NIDDK, 2009)

Sebagai contoh jika klirens dialiser sebesar 300 ml/menit dan waktu proses hemodialisis adalah 180 menit /3 jam, dimana $300 \text{ ml/menit} \times 180 \text{ menit} = 54000 \text{ ml/menit} = 54 \text{ liter}$. didapatkan nilai Kt sebesar = 54. Cairan didalam tubuh seseorang diyakini sebesar 60% , dimana jika pasien menimbang berat badannya sebesar 70 Kg , maka didapatkan nilai V sebesar 42 liter. Hasil ini didapatkan dari $V = 70 \text{ kg} \times 60 = 42 \text{ Liter}$. Kemudian untuk mendapatkan nilai Kt/V bagi pasien ini adalah dengan cara $Kt/V = 54/42 = 1,3$ (NIDDK, 2009)

D. Quick of blood (Qb)

Kecepatan aliran darah rata-rata paling tidak 4 kali berat badan dalam kg. Bagi pasien ukuran rata-rata yang menerima dialisis 4 jam, kecepatan aliran darah paling tidak 250 ml/menit, dan yang paling tepat 300-400 ml/menit. Kecepatan aliran darah >450 ml/menit dapat dipakai, apabila menggunakan dialiser KoA tinggi. KoA merupakan koefisien luas permukaan transfer yaitu kemampuan penjernihan dalam ml/menit dari ureum pada kecepatan aliran darah dan kecepatan aliran dialisat tertentu (Gatot, 2003). Faktor-faktor yang mempengaruhi aliran darah adalah tekanan darah, fistula dan fungsi kateter, serta sirkulasi sirkuit ektracorporeal (NIDDK 2009).

E. Ureum dan kreatinin

Ureum dan kreatinin digunakan sebagai indikator fungsi ginjal. Kadar ureum dipengaruhi berbagai faktor, namun BUN (*Blood urea nitrogen*) masih merupakan nilai yang signifikan. (Thomas, 2003). Ureum dan kreatinin adalah produk akhir metabolisme

yang berperan dalam timbulnya berbagai manifestasi pada CKD. Kadar ureum dan kreatinin dalam darah dapat dijadikan indikator adekuasi hemodialisis (NIDDK, 2009). Untuk memastikan apakah proses terapi mencapai hasil yang diharapkan (*adequate dialysis*), pemeriksaan laboratorium terhadap nilai ureum dan kreatinin harus dijalani oleh pasien yang menjalani hemodialisis. (YDGI, 2007)

1. Ureum

Ureum merupakan produk akhir metabolisme protein, sebagai hasil akhir pemecahan asam amino (Kallenbach, et al, 2005). Ureum dibentuk di liver dan dibersihkan dari aliran darah oleh ginjal. Karena urea dieksresikan oleh ginjal, maka nilai ureum darah dapat digunakan untuk mendeteksi fungsi ginjal. Banyak faktor selain penyakit ginjal yang dapat menyebabkan perubahan nilai ureum termasuk diantaranya pemecahan protein, status hidrasi dan kerusakan hati.

Nilai normal ureum pada orang dewasa adalah 5-20mg/dL, laki-laki lebih tinggi dari nilai tersebut. Peningkatan ureum dapat terjadi pada kondisi kegagalan ginjal, gagal jantung karena penurunan perfusi ginjal, dehidrasi, syok, perdarahan saluran cerna, akut miokard infark, stress dan intake protein berlebihan (Lemone & Burke, 2008).

Urea Reduction Ratio (URR) adalah salah satu cara untuk mengukur kualitas dialisis, yaitu berapa banyak jumlah racun yang dibuang saat proses hemodialisis. Rumus yang dianjurkan Lowrie 1981, dalam Gatot (2003) untuk mengukur URR adalah:

$$\text{URR (\%)} = 100 \times (1 - C_t / C_o)$$

Dimana C_t adalah ureum sesudah HD dan C_o adalah ureum sebelum HD. Cara ini paling sederhana dan paling praktis digunakan untuk pengukuran Adekuasi HD

(AHD). Banyak dipakai untuk kepentingan epidemiologi, dan merupakan prediktor terbaik untuk mortalitas penderita HD reguler. Kelemahan cara ini karena tidak memperhitungkan faktor ultrafiltrasi dan sisa klirens yang masih ada. Cara ini juga tidak dapat dipakai untuk merencanakan dosis HD. Untuk setiap proses hemodialisis paling sedikit harus dapat mengurangi kadar ureum (*blood urea nitrogen* atau BUN) sebesar 65 % (YDGI, 2007). Sedangkan NKDOQI (2006) memakai batasan bahwa HD harus dilakukan dengan URR >65%. Dalam sebuah penelitian dengan menggunakan RRU untuk mengukur dosis dialisis, telah ditunjukkan bahwa penderita yang menerima RRU 60% memiliki mortalitas yang lebih rendah dari yang menerima RRU 50% (Basile, 1990).

NIDDK (2009) juga menjelaskan bahwa *Urea Reduction Ratio* merupakan indikator efektifitas proses hemodialisis dalam membuang sisa metabolisme tubuh dimana persentase nilai akhir ureum harus > 65%

2. Kreatinin

Kreatinin merupakan hasil akhir metabolisme protein otot (Kallenbach, et al, 2005). Kreatinin berasal dari kreatin dan Fosfokreatin yang berada dalam otot skeletal. Jumlah normal ekskresi kreatinin tergantung pada massa otot, aktivitas fisik dan diet. Tanpa adanya perubahan besar dalam diet dan aktivitas fisik, kadar kreatinin serum dipertahankan konstan (Kallenbach, et al, 2005; Thomas, 2003).

Kreatinin plasma merupakan indikator massa otot dan status nutrisi. Kreatinin sebagian diekskresikan oleh tubulus renal, dan adanya penurunan fungsi renal menyebabkan peningkatan kreatinin serum. Kreatinin plasma merupakan indikator

yang paling sensitif dari fungsi renal karena substansi ini diproduksi secara konstan oleh tubuh. Oleh karena itu, kadar kreatinin dalam darah dan urin digunakan untuk memperkirakan *Glomerulo Filtration Rate* (GFR) atau laju filtrasi glomerulus. GFR adalah secara klinis merupakan indikator yang penting karena GFR adalah pengukuran fungsi berkenaan dengan ginjal. Pasien dengan kegagalan ginjal akan mengalami peningkatan kadar kreatinin (Ignatovicus & Workman, 2006)

Kadar kreatinin normal untuk orang dewasa perempuan adalah 0.5 sampai 1.1 mg/dl dan 0.6 sampai 1.2 mg/dl untuk laki-laki (Mosby dictionary, 2009). Kadar rata-rata yang biasa pada pasien hemodialisis 12-15 mg/dl (rentang 8-20 mg/dl). Pada pasien hemodialisis risiko morbiditas menurun apabila kadar kreatinin tinggi. Kreatinin plasma dan urea-nitrogen harus diperiksa sekaligus. Jika perubahan paralel keduanya terjadi, maka perubahan dalam resep dialisis dan tingkat fungsi renal residual harus dipertimbangkan (Gatot, 2003)

3. Faktor yang berpengaruh pada nilai ureum kreatinin pasien hemodialisis

Nilai ureum dan kreatinin menjadi indikator adekuasi hemodialisis. Faktor yang berpengaruh pada nilai ureum dan kreatinin pasca hemodialisis adalah *Quick of blood*, lama dialisis dan dialiser yang digunakan (NIDDK, 2009)

a. *Quick of blood*

Pemantauan yang adekuat terhadap kecepatan aliran darah dalam dialisis penting untuk efisiensi dialisis. Hemodialisis biasanya memerlukan kecepatan aliran darah 200 sampai 300 ml/menit pada pasien dewasa. Bila digunakan dialisis singkat, kecepatan aliran darah dinaikkan menjadi 300 sampai 400 ml/menit untuk mendapatkan keuntungan dari kecepatan klirens dialiser yang tinggi

(Hoenich & Levin, 2003). Kecepatan aliran darah pada pasien dewasa yang menjalani hemodialisis idealnya adalah 350 ml/menit dan dapat juga lebih tinggi (NIDDK, 2009).

Penelitian dari Lockridge dan Moran (2008) pada pasien yang menjalani konvensional hemodialisis dengan frekwensi 3 kali seminggu dengan lama waktu setiap hemodialisis adalah 4 jam, menyimpulkan bahwa Qb yang ideal adalah 400 ml/ menit.

Peningkatan Qb selama hemodialisis harus dilakukan secara bertahap dengan memperhatikan berat badan pasien. Penelitian tentang Qb dilakukan di Korea oleh Kim, et al tahun 2004. Penelitian dilakukan pada 36 pasien hemodialisis dengan cara menaikkan Qb secara bertahap 15% pada pasien dengan berat badan < 65 kg dan 20% pada pasien dengan berat badan >65 kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan Qb secara bertahap 15-20% selama hemodialisis dapat meningkatkan adekuasi hemodialisis pada pasien dengan Kt/V rendah (Kim, et al, 2004). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan Qb tersebut efektif pada pasien dengan dosis dialisis rendah. Kt/V menjadi metode pilihan untuk mengukur dosis dialisis yang diberikan karena lebih akurat menunjukkan penghilangan ureum.

b. Lama dan frekwensi dialisis

Sebagian besar pasien CKD melakukan dialisis untuk mempertahankan kelangsungan hidupnya (Rully Roesli dalam Juairiani, 2006). Sebagian pasien dengan hemodialisis dirawat dirumah sakit atau unit hemodialisis dimana mereka

menjadi pasien rawat jalan dan membutuhkan 12-15 jam hemodialisa setiap minggunya yang terbagi dalam dua atau tiga sesi dimana setiap sesi berlangsung selama 3-5 jam (Lemone & Burke, 2008).

Untuk mendapatkan akediasi hemodialisis yang optimal, hemodialisis idealnya dilakukan tiga kali seminggu dengan lama setiap hemodialisis 4-5 jam atau paling sedikit 10-12 jam seminggu (*Australia and New Zealand Dialysis and Transplant Registry*, 2005; Black & Hawk, 2005). Variasi waktu tergantung ukuran pasien, tipe dialiser, kecepatan aliran darah, pilihan pasien dan faktor lain (Black & Hawk, 2005). Hemodialisis di Indonesia biasa dilakukan dua kali seminggu dengan lama 5 jam, ada juga dialisis yang dilakukan tiga kali seminggu dengan lama 4 jam (Raharjo, Susalit & Suharjono, 2006 dalam Sudoyo, 2006)

Penelitian tentang dialisis harian di Kanada menunjukkan bahwa 81% pasien dapat bertahan hidup lebih dari 5 tahun (Pierratos 2004). Sementara itu penelitian lain menunjukkan bahwa pasien dengan lama dialisis 10-12 minggu terbukti stabil dalam hemodinamik dan meningkat kualitas hidupnya (Kooistra, 2003 dalam *Australia Renal Assosiation*, 2004). *Canadian Society of Nephrology for adults* (1999, dalam *Australia Renal Assosiation*, 2004) juga menyebutkan bahwa dosis hemodialisis pasien minimal 3 kali tiap minggu agar mencapai persentasi reduksi ureum 65%.

c. Dialiser

Luas permukaan membran dialiser dan tipe dialiser mempengaruhi kliren ureum. KoA equivalen dengan luas permukaan membran. Luas permukaan membran

berkisar 0,8 s/d 2,2 m². KoA terdiri dari dialiser efisiensi rendah terutama untuk penderita berat badan kecil dengan KoA <500, dializer efisiensi sedang dengan KoA 500-700, dan dialiser efisiensi tinggi dengan KoA >700 (Hakim, 1992). NIDDK (2009) juga menyatakan luas membran dialiser dapat mempengaruhi klirens ureum, solusi untuk mengatasi hal ini adalah meningkatkan luas dialiser dari <500 menjadi dialiser dengan KoA > 800.

Beberapa penelitian menyebutkan bahwa tipe dialiser juga mempengaruhi kemampuan kliren ureum. Dialiser *high flux* memiliki efektifitas lebih baik dalam mengeluarkan toksin uremik dibandingkan dialiser tipe *low flux* (Grooteman & Nube, 2004).

4. Pemeriksaan ureum dan kreatinin saat hemodialisis

Urea-nitrogen plasma sebelum dialisis dapat menunjukkan katabolisme protein rata-rata pada pasien dengan pemasukan protein yang stabil. Hasil ureum dan kreatinin plasma lebih tinggi dari yang diharapkan menunjukkan adanya: 1) Peningkatan masukan protein, 2) Hiperkatabolisme (infeksi), 3) Perdarahan gastrointestinal, 4) Fungsi renal residual menurun, 5) Efisiensi hemodialisis menurun, 6) Resirkulasi, 7) Kehilangan klirens pada pemakaian ulang dialiser.

Pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan ureum dan kreatinin merupakan hal yang sangat menentukan hasil yang didapatkan. Ketepatan waktu pengambilan merupakan hal yang sangat kritis. Ureum dan kreatinin sebelum hemodialisis dan sesudah HD untuk perhitungan Kt/V dan rasio reduksi ureum (RRU) diambil pada jadwal yang sama (Gatot, 2003).

a. Pengambilan sampel sebelum hemodialisis

Jika pasien dengan AV-fistula atau graft, sampel diambil dari jalur arteri sebelum dihubungkan dengan blood-line. Harus dipastikan tidak terdapat cairan lain dalam jarum arteri tersebut. Jangan mengambil sampel jika HD sudah berjalan.

b. Pengambilan sampel setelah hemodialisis

Pengaruh resirkulasi akses vaskuler dan resirkulasi kardiopulmonal sangat menentukan saat yang paling tepat pengambilan sampel untuk pemeriksaan BUN sesudah HD. Saat paling tepat pengambilan sampel setelah 30-60 menit pasca HD, dimana telah terjadi equilibrium. Tetapi secara praktis hal ini sukar karena pasien selesai HD harus menunggu cukup lama (Geddes, et al dalam Gatot 2003) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa setelah 4 menit berhentinya aliran dialisat tidak ada perbedaan konsentrasi ureum antara sampel dari arteri dan vena. Referensi lain menyebutkan bahwa pengambilan sampel darah untuk pemeriksaan ureum dan kreatinin paling cepat diambil 2-3 menit setelah dialisis diakhiri (Jindal, K, Chair, Chan, C.T., Deziel, C, Hirsch, D, Soroka, S.D., Tonelli, M & Culleton, B.F, 2006).

Cara yang dianjurkan untuk pengambilan sampel darah post hemodialisis adalah sebagai berikut : 1) Setelah waktu HD berakhir hentikan pompa dialisat, turunkan UF sampai 50 ml/jam atau matikan. 2) Turunkan kecepatan pompa aliran darah sampai 50-100 ml/menit selama 15 detik. 3) Ambil sampel darah dari jalur aliran arteri. 4) Hentikan pompa darah dan kembali pada prosedur penghentian HD. 5) Cara lain menghentikan pompa aliran darah setelah

dilambatkan 50 ml/jam selama 15 detik. 6) Klem pada jalur arteri dan vena, sampel diambil dari jalur arteri.

F. Peran Perawat Hemodialisis

Perawat hemodialisis memiliki peran penting dalam pelaksanaan asuhan keperawatan. Perawat berperan dalam melaksanakan pengkajian, melakukan pemantauan, memberikan dukungan pada pasien, serta memberikan pendidikan yang berkelanjutan pada pasien dan keluarga (Smeltzer, et al, 2008; Kallenbach, et al, 2005). Pengkajian, pemantauan, perencanaan dan pendokumentasian yang tepat serta komprehensif oleh perawat diharapkan mengurangi dan mencegah komplikasi saat pasien menjalani hemodialisis (Thomas, 2003). Lebih lanjut Kallenbach, et all (2005) menyebutkan bahwa perawat dialisis juga bertanggungjawab dalam melakukan kerjasama multidisiplin (kolaborasi) dengan bidang lain ketika kondisi fisik, emosi dan sosial pasien memerlukan penanganan lebih lanjut.

Perawat perlu melakukan pengkajian secara lengkap pada pasien sebelum dialisis. Thomas (2003), Kallenbach, et al (2005) serta Lemone dan Burke (2008), menyebutkan hal yang harus dikaji pada pasien sebelum hemodialisis adalah: 1) Tanda vital; 2) Berat badan; 3) Status cairan (JVP, bunyi nafas dan edema); 4) Warna kulit, temperatur, turgor dan integritas; 5) Kepatenan akses vaskuler, adanya tanda perdarahan dan infeksi; 6) Serum biokimiawi: potassium, fosfat, kalsium, ureum kreatinin dan hemoglobin

Perawat juga memiliki peran dalam manajemen pelayanan pasien, melakukan penelitian, melaksanakan kegiatan administrasi dan menjadi pembela pasien (Kallenbach, et all, 2005; Braun, 2008) Lebih lanjut Braun (2008) menyebutkan juga bahwa penelitian terkait

permasalahan hemodialisis oleh perawat penting untuk meningkatkan mutu asuhan keperawatan, mengingat saat ini *evidence-based practice* masih kurang dalam keperawatan nefrologi. Terkait dengan perannya tersebut, Kallenbach, et al (2005) menyebutkan bahwa perawat spesialis di unit dialisis berfungsi sebagai pelaksana (*clinician*), *educator*, konsultan, *administrator*, *advocate* dan peneliti (*researcher*).

