

Biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada pemeriksaan renografi

Dini Desita¹⁾, Wahyu Setia Budi¹⁾ dan Gani Gunawan²⁾

¹⁾Departemen Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Semarang

²⁾Kedokteran Nuklir, Instalasi Radiologi, RSUP Dr. Kariadi Semarang

E-mail: desitadini@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Research about biodistribution on 25 patients with renography examination using the technique of in-vivo and in-vitro in nuclear medicine has conducted. The purpose of this research is to determinate the value of activity on examination of kidney and bladder, determine biodistribution Tc^{99m} DTPA on examination of the kidney and bladder, furthermore to determine biological half-life time in the kidney. Research carried out by using radioisotope Tc^{99m} with DTPA which carrier substances for examination of the kidney. Renography examination is done by injecting Tc^{99m} DTPA intravenously into the patient's arm as much as 4 to 8 mCi conjunction with posterior imaging in the kidney area in 10 to 15 minutes by using a gamma camera. Based on percentage of activity in getting from both kidneys, the left kidney is higher in compared to the right kidney. As for the bladder in second patients increased very significant due to illness in patients with chronic renal failure so that the kidney function is not functioning properly and radiopharmaceutical absorbed more in the bladder. The results of biodistribution activity Tc^{99m} DTPA percentage is high on the bladder. The results obtained from the average half-life time ($0,235 \pm 0,001$) hours. While the results of Tc^{99m} DTPA effective half-life time in the body of each patient in the range of 0,5 to 2 hours. First patients has a longest biological half-life time. Differences in the effective half-life time of each patient is affected by the elimination of biological or biological half-life time of each patient is different too.

Keywords: Tc^{99m} , DTPA, renography, biodistribution, effective half-life time.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pada 25 pasien mengenai biodistribusi pada pemeriksaan renografi menggunakan teknik in-vivo dan in-vitro dalam kedokteran nuklir yang bertujuan untuk mengetahui nilai aktivitas pada pemeriksaan organ ginjal dan kandung kemih, menentukan biodistribusi Tc^{99m} DTPA pada pemeriksaan organ ginjal dan kandung kemih serta menentukan waktu paruh biologi pada organ ginjal. Penelitian dilakukan dengan menggunakan radioisotop Tc^{99m} dengan zat pembawanya DTPA untuk pemeriksaan ginjal. Pemeriksaan renografi dilakukan dengan cara menginjeksikan Tc^{99m} DTPA secara intravena ke lengan pasien sebanyak 4-8 mCi bersamaan dengan dilakukannya pencitraan posterior di daerah ginjal selama 10 hingga 15 menit dengan menggunakan kamera gamma. Berdasarkan nilai persentase aktivitas di dapatkan dari kedua ginjal, untuk ginjal kiri lebih tinggi di dibandingkan ginjal kanan. Sedangkan untuk kandung kemih pada pasien ke-2 mengalami kenaikan yang sangat signifikan dikarenakan pasien menderita kelainan gagal ginjal kronik sehingga kedua fungsi ginjal sudah tidak berfungsi dengan baik dan radiofarmaka banyak menyerap di kandung kemih. Hasil yang didapat dari persentase aktivitas biodistribusi Tc^{99m} DTPA yang tinggi pada kandung kemih. Hasil yang didapat dari rata-rata waktu paruh ($0,235 \pm 0,001$) jam. Sedangkan hasil waktu paruh efektif Tc^{99m} DTPA dalam tubuh setiap pasien pada kisaran 0,5 hingga 2 jam. Pasien ke-1 memiliki waktu paruh biologi terpanjang. Perbedaan waktu paruh efektif dari setiap pasien dipengaruhi oleh eliminasi biologis/ waktu paruh biologis dari setiap pasien yang berbeda-beda pula.

Kata Kunci: Tc^{99m} , DTPA, renografi, biodistribusi, waktu paruh efektif

PENDAHULUAN

Ginjal merupakan salah satu organ utama untuk membuang produk sisa metabolisme yang tidak diperlukan oleh tubuh. Fungsi utama ginjal yaitu untuk membersihkan

tubuh dari bahan sisa metabolisme. Selain itu, ginjal juga dapat berfungsi untuk mengontrol volume dan komposisi cairan tubuh [1]. Pada manusia normal, terdapat sepasang ginjal yang terletak di kanan dan kiri tulang belakang, di

bawah hati dan limpa. Apabila ginjal gagal melakukan fungsinya, maka penderita memerlukan perawatan segera mungkin [2].

Adapun gangguan pada ginjal dan saluran urin antara lain *albuminaria*, diabetes insipidus, *nefritis*, *polistik*, diabetes melitus dan kencing batu. Gangguan ginjal pada umumnya disebabkan karena kurang cairan (dehidrasi), penggunaan obat-obatan berlebihan, infeksi serta terhambatnya saluran urin. Menurut WHO (*World Health Organisation*), gagal ginjal kronik paling sering diakibatkan oleh diabetes melitus, diikuti dengan hipertensi dan glomerulonefritis. Sedangkan penyakit ginjal poli kistik, obstruksi dan infeksi adalah penyebab gagal ginjal kronik yang lebih jarang. Sehingga akan berakibat buruk bagi manusia, dikarenakan ginjal tidak berfungsi dengan baik. Untuk itu dilakukan pemeriksaan dengan teknik kedokteran nuklir.

Kedokteran nuklir merupakan cabang ilmu kedokteran yang menggunakan sumber radiasi terbuka yang berasal dari disintegrasi inti radionuklida buatan, sehingga dapat digunakan untuk tujuan diagnosis secara *in-vivo* maupun *in-vitro*. Dalam kedokteran nuklir radioisotop dapat dimasukkan kedalam tubuh pasien melalui injeksi, inhalasi, dan oral. Sehingga dapat diketahui fisiologi dari berbagai organ yang akan dijadikan target penelitian. Pada kedokteran nuklir jenis jenis pemeriksaan untuk organ ginjal yaitu pemeriksaan renografi.

Pemeriksaan renografi merupakan pemeriksaan yang bertujuan untuk menilai fungsi ginjal baik secara global maupun pada masing-masing organ ginjal dengan cara memasukkan radiofarmaka Tc^{99m} DTPA kedalam pembuluh darah dengan menggunakan teknik nuklir. Fungsi ginjal diperlihatkan dalam bentuk kurva renografi yang disebut renogram.

DASAR TEORI

Ginjal

Ginjal terletak pada dinding posterior abdomen, terutama di daerah lumbal, di sebelah kanan dan kiri tulang belakang, dibungkus lapisan lemak yang tebal, di belakang peritoneum, dan di luar rongga peritoneum. Kedudukan ginjal dapat diperkirakan dari belakang, mulai dari ketinggian vertebra torakalis terakhir sampai vertebra lumbalis ketiga. Ginjal kanan sedikit lebih rendah dari kiri, karena hati menduduki ruang banyak di sebelah kanan [3].

Secara fisiologis ginjal berfungsi mempertahankan keseimbangan asam dan basa di dalam darah (*electrolyte balance*) dengan jalan membuang metabolit dan bahan bahan yang tidak berguna lagi dari darah. Mula-mula penyaringan dari darah dilakukan pada glomerulus kemudian diulangi lagi pada tubulus kontraktus I (*tubulus proksimalis*) sehingga terdapat keseimbangan garam-garam dalam darah [4]. Ginjal juga berfungsi sebagai salah satu organ dalam sistem ekskresi manusia. Ginjal akan menyaring cairan dan kemudian melakukan penyerapan terhadap zat-zat yang berguna bagi tubuh, dan zat sisa akan dibuang yang disebut dengan urine.

Radioaktivitas

Radioaktivitas merupakan kemampuan inti atom yang tidak stabil untuk memancarkan radiasi dan berubah menjadi inti stabil. Proses peluruhan ini disebut dengan peluruhan dan inti atom yang tidak stabil disebut radionuklida. Materi yang mengandung radionuklida disebut zat radioaktif [5].

Besaran dari materi radioaktif dinyatakan sebagai jumlah atom radioaktif yang mengalami transformasi nuklir persatuan waktu (t) yang disebut dengan aktivitas (A). secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$A = -dN/dt \quad (1)$$

Besarnya radioaktivitas suatu unsur radioaktif ditentukan oleh konstanta peluruhan (λ), menyatakan bahwa laju peluruhan setiap detik dan waktu paruh ($T_{1/2}$). secara matematis dapat dideskripsikan sebagai berikut:

$$A_t = A_o e^{-\lambda t} \quad (2)$$

Waktu Paro

Waktu paro adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai setengah aktivitas semula [5]. Dari persamaan (2) dapat diturunkan untuk menentukan nilai waktu paro dari sumber radioaktif. Jika $t = T_{1/2}$, maka $A = \frac{1}{2} A_o$ sehingga didapat persamaan:

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda T_{1/2}} \quad (3)$$

$$T_{1/2} = \frac{0,693}{\lambda} \quad (4)$$

Selanjutnya dengan mensubstitusikan Persamaan (4) ke Persamaan (2), didapat persamaan:

$$A_t = A_o e^{\left(\frac{0,693}{T_{1/2}}\right)t} \quad (5)$$

$$\frac{A_t}{A_o} = e^{\left(\frac{-0,693}{T_{1/2}}\right)t} \quad (6)$$

$$\ln \frac{A_t}{A_o} = \frac{-0,693}{T_{1/2}} t \quad (7)$$

$$T_{1/2} = \frac{-0,693}{\ln \frac{A_t}{A_o}} t \quad (8)$$

Apabila radiofarmaka dimasukkan ke dalam medium biologis (manusia), eliminasi radifarmaka tidak hanya berdasarkan waktu paruh fisika radiofarmaka. Akan tetapi dipengaruhi oleh eliminasi biologi yang dikenal dengan istilah waktu paruh biologis. Eliminasi radiofarmaka dalam tubuh berdasarkan waktu paruh fisika sekaligus

waktu paruh biologis dimanakan waktu paruh efektif, yang dirumuskan dengan Persamaan (9).

$$\frac{1}{T_{efektif}} = \frac{1}{T_{fisis}} + \frac{1}{T_{biologis}} \quad (9)$$

Semakin pendek waktu paro, semakin cepat zat radioaktif tersebut meluruh sehingga kemampuannya memancarkan radiasi berkurang dengan cepat pula. Sebaliknya semakin panjang waktu paruhnya, semakin lama pula umur zat radioaktif tersebut karena zat radioaktif meluruh dengan laju yang lambat.

Radiofarmaka Tc^{99m} DTPA

Radioisotop yang paling banyak digunakan pada Instalasi Kedokteran Nuklir adalah Technitium-99m (^{99m}Tc) dapat diperoleh dengan cara elusi generator dan mempunyai waktu paruh pendek sekitar 6,03 jam serta memancarkan gamma murni dengan energi 140 keV. Pemeriksaan dapat dilakukan dengan cepat dan akurat dengan pemberian jumlah aktivitas mili curie radiasi yang tidak tinggi dosisnya untuk pasien [6]. Technitium-99m ini digunakan untuk pemeriksaan secara diagnosis. Radiasi gamma dengan energi yang relatif rendah tidak memberikan dampak yang besar kepada tubuh, namun cukup besar untuk menembus jaringan dan dapat ditangkap dengan mudah oleh detektor radiasi dari luar tubuh [7].

Dengan zat pembawa untuk pemeriksaan ginjal yaitu DTPA (*Diethylene Triamine Penca Acetic Acid*). DTPA ini diproduksi secara komersial sebagai pentasodium atau garam kalsium dengan adanya jumlah yang cocok dari *stannous chloride* untuk pengurangan ditambahkan technicium.

Biodistribusi

Radiofarmaka yang masuk ke dalam tubuh akan mengikuti metabolisme. Biodistribusi mendeskripsikan aliran radiofarmaka dalam tubuh, termasuk di dalamnya waktu retensi dan laju klirens. Setelah masuk ke dalam tubuh, radiofarmaka akan mengalami klirens atau eliminasi ke luar tubuh, sehingga konsentrasinya dalam tubuh akan berkurang akibat metabolisme (berhubungan dengan waktu paruh biologis) dan peluruhan radioisotop tersebut (berhubungan dengan waktu paruh fisika). Biodistribusi dipengaruhi oleh ikatan dari senyawa obat dengan organ atau kelenjar dalam tubuh, serta laju absorpsi dan eliminasi organ/sistem organ [8].

Kamera Gamma

Pencitraan radioisotop merupakan salah satu penerapan radioaktivitas yang paling penting dalam kedokteran nuklir. Unit pencitraan radioisotop banyak ditemukan hampir diseluruh rumah sakit, menjalankan ratusan bahkan ribuan dari prosedur pencitraan per satu bulan dalam suatu institusi besar. Tujuan dari pencitraan radioisotop adalah untuk mendapatkan citra yang berasal dari distribusi radioaktivitas didalam tubuh setelah radioisotop diberikan kepada pasien (melalui intravena). Citra didapatkan dengan merekam emisi dari radioaktivitas dengan detektor radiasi eksternal yang diletakkan pada daerah tertentu diluar pasien. Kamera gamma atau dikenal dengan Anger scintillation camera, diberi nama sesuai dengan penemunya yaitu Dr. Harold Anger sekitar tahun 1950, merupakan instrumen utama dalam pencitraan pada kedokteran nuklir [6].

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama dua bulan di Instalasi Kedokteran Nuklir Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi. Pemilihan subjek sampel penelitian dilakukan kepada pasien-

pasien yang dikirimkan oleh dokter spesialis ke instalasi kedokteran nuklir untuk dilakukan pemeriksaan renografi dengan menggunakan radiofarmaka $Tc-99m$ DTPA.

Metode penelitian ini menggunakan teknik pengambilan data prospektif, dimana data yang digunakan berasal dari pemeriksaan langsung dengan 25 pasien di Instalasi Kedokteran Nuklir. Untuk metode pengolahan data citra pasien terdiri dari beberapa tahap, yaitu:

1. Akumulasi radiofarmaka

Akumulasi radiofarmaka diperoleh dari hasil pencitraan dengan kamera gamma pada organ ginjal dan sekitarnya. Akumulasi radiofarmaka diketahui dengan teknik *Region of Interest* (ROI), yaitu penggambaran luasan citra dari organ target yang diteliti. Kemudian dengan sistem computer akan didapat nilai cacahan pada masing-masing bagian beserta standar deviasinya.

2. Waktu paruh biologi

Untuk mendapatkan waktu paro biologi dapat dihasilkan dengan selisih peluruhan efektif dan peluruhan fisika.

$$\frac{1}{T_b} = \frac{1}{T_{ef}} + \frac{1}{T_{fis}} \quad (10)$$

3. Persentase uptake radiofarmaka

Nilai persentase aktivitas radiofarmaka diperoleh dari konversi cacahan radiofarmaka menjadi nilai aktivitas menggunakan Persamaan (11).

$$A = \text{Cacahan (Count)} \times F_k \quad (11)$$

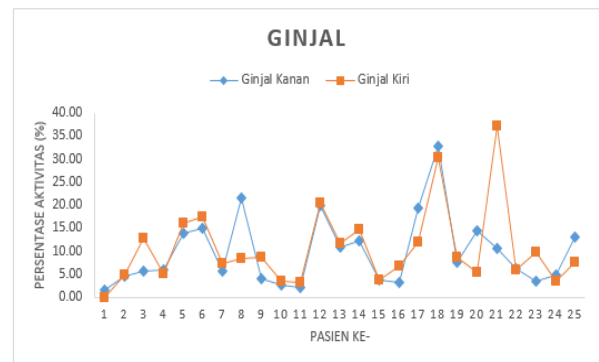
dengan A merupakan aktivitas (mCi) dan F_k merupakan faktor koreksi (mCi/count). Faktor koreksi didapat dengan menghitung nilai cacahan aktivitas isotop standar sebesar 1 mCi dengan kamera gamma dengan jarak 7cm dari muka detektor. Dengan demikian dapat diketahui perkiraan aktivitas radiofarmaka yang terakumulasi di masing-masing organ yang telah ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

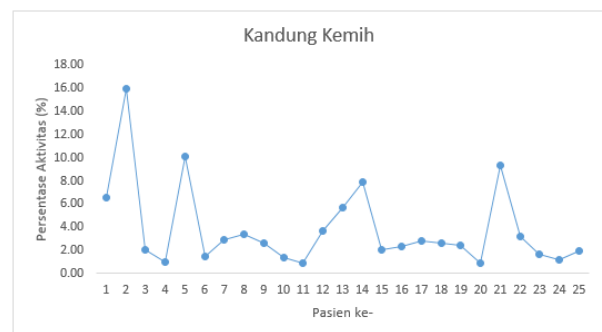
Hasil penelitian didapatkan berdasarkan pemeriksaan renografi yang dilakukan pada sampel subjek sebanyak 25 orang yang terdiri dari 19 orang laki-laki dan 6 orang perempuan, dengan diantaranya usia anak-anak (5 sampai 15 tahun) berjumlah 3 orang dan usia dewasa (29 sampai 69 tahun) berjumlah 22 orang. Pada penelitian ini, pasien diinjeksikan Tc^{99m} DTPA secara intravena pada lengan dengan aktivitas 3 sampai 8 mCi bersamaan dengan dilakukan pemeriksaan renografi selama 15 menit, kemudian setelah mendapatkan hasil citra pada pemeriksaan renografi, tahap selanjutnya pembuatan ROI (*Region of Interest*) pada organ ginjal dan kandung kemih, pengolahan data dan analisa hasil.

Nilai Persentase Aktivitas Radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada Organ Ginjal dan Kandung Kemih

Pada Gambar 1 diketahui grafik ginjal kanan dan ginjal kiri. Pada ginjal kiri pasien ke-5 dan ke-12 aktivitas yang di serap pada ginjal kiri lebih banyak dibandingkan ginjal kanan. Sedangkan pada pasien ke-18 ginjal kanan lebih banyak menyerap radiofarmaka dibandingkan ginjal kiri. Pasien ke-8, ke-17, ke-20 dan ke-25 pada ginjal kanan lebih banyak menyerap radiofarmaka dibandingkan ginjal kiri. Pasien ke-21 pada ginjal kiri mengalami penyerapan radiofarmakanya lebih banyak daripada ginjal kanan. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa nilai persentase aktivitas pada ginjal kiri lebih besar dibandingkan ginjal kanan. Hal ini dikarenakan rata-rata pasien ginjal kiri masih berfungsi dengan baik dibandingkan ginjal kanan.



Gambar 1. Nilai persentase aktivitas radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada organ ginjal



Gambar 2. Nilai persentase aktivitas radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada organ kandung kemih

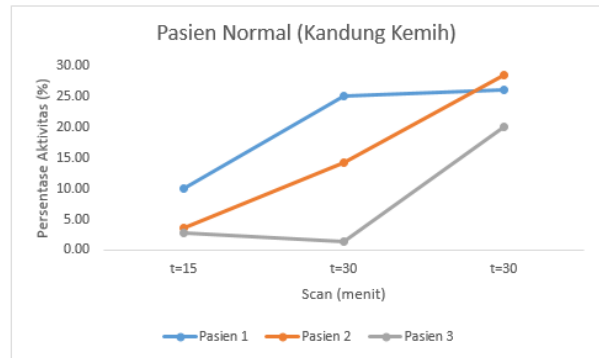
Sebelum pasien melakukan pemeriksaan, pasien diharuskan meminum air mineral sebanyak mungkin, dan sesudah melakukan pemeriksaan pasien di haruskan membuang urine, dikarenakan untuk proses peluruhan radiofarmaka setelah diinjeksi. Pada saat radiofarmaka masuk ke dalam ginjal, aktivitas radiofarmaka banyak menyerap di dalam ginjal dan sisanya akan mengendap di kandung kemih.

Pada Gambar 2 diketahui grafik persentase aktivitas pada organ kandung kemih. Pada kandung kemih pasien ke-2 dengan nilai persentase aktivitas 15,94 % , ke-5 persentase aktivitas adalah 10,10 % , ke-14 nilai persentase aktivitasnya 7,90 % , dan ke-21 nilai persentase aktivitasnya adalah 9,36 % , mengalami kenaikan dikarenakan pasien ke-2 menderita gagal ginjal kronik dengan stadium akhir, pasien ke-5 yaitu pasien donor ginjal,

pasien ke-14 dan ke-21 menderita sakit batu ginjal.

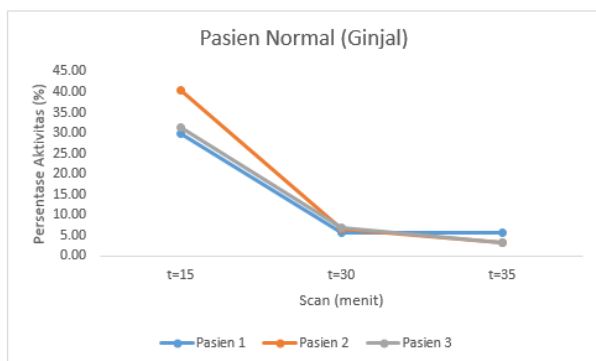
Nilai Persentase Aktivitas Biodistribusi Radiofarmaka Tc^{99m} DTPA Tiap Kasus pada Organ Ginjal dan Kandung Kemih

Gambar 3 menunjukkan nilai persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada pasien ginjal normal untuk 3 pasien. Pada hasil citra pertama diperoleh rata-rata persentase aktivitas biodistribusi Tc^{99m} DTPA sebesar 24,39 % dengan nilai terendah 2,77 % dan tertinggi 40,53 %. Pada hasil citra kedua persentase diperoleh rata-rata 4,56 % dengan nilai terendah 1,36 % dan nilai tertinggi 5,70 %. Pada hasil citra ketiga persentase diperoleh rata-rata 9,72 % dengan nilai terendah 5,67 % dan nilai tertinggi 20,14 %. Dari hasil citra diatas menunjukkan bahwa persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka pada organ ginjal mengalami perubahan yang signifikan. Tetapi untuk pasien ke-1 tidak mengalami perubahan pada scan II dan III artinya pasien tersebut diantara kedua ginjalnya yang lebih baik yaitu ginjal kiri, untuk ginjal kanan nya kurang.

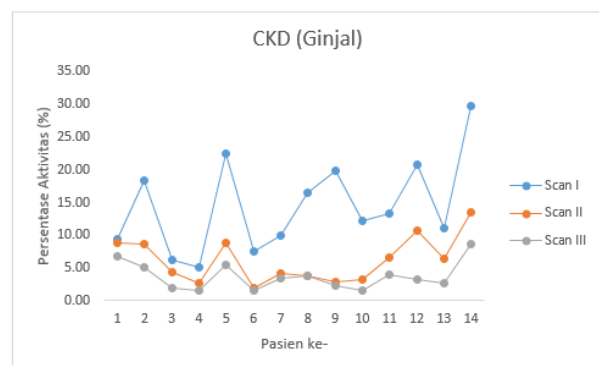


Gambar 4. Persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada pasien normal

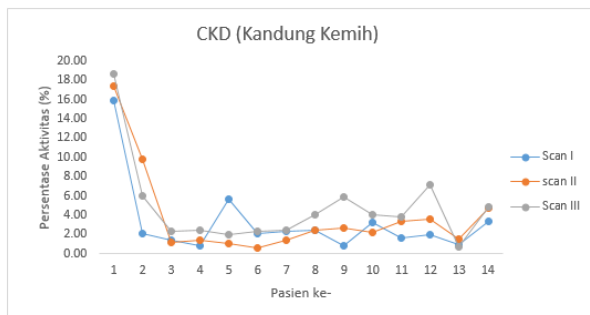
Persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada kandung kemih pasien normal ditunjukkan pada Gambar 4. Citra pertama memberikan rata-rata sebesar 5,57 % dengan nilai terendah 3,64 % dan tertinggi 10,10 %. Pada hasil citra kedua persentase diperoleh rata-rata 13,67 % dengan nilai terendah 1,63 % dan nilai tertinggi 25,06 %. Pada hasil citra ketiga persentase diperoleh rata-rata 24,93 % dengan nilai terendah 20,14 % dan nilai tertinggi 28,55 %. Persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka pada organ kandung kemih untuk pasien ginjal normal mengalami perubahan merata, kecuali pada pasien ke-3 scan kedua mengalami penurunan akibat sisa radiofarmaka banyak menyerap di ginjal.



Gambar 3. Persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada pasien normal

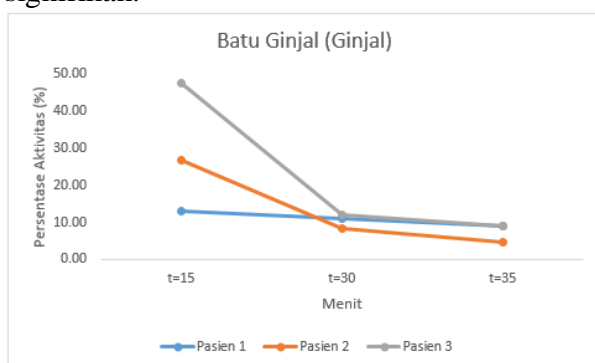


Gambar 5. Nilai persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada kelainan CKD

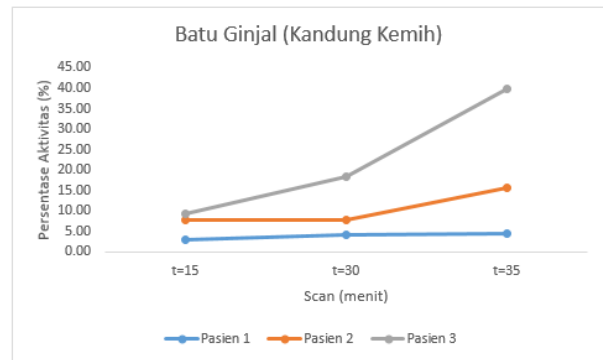


Gambar 6. Nilai persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada kelainan CKD

Pada hasil perhitungan yang menunjukkan bahwa pasien ke-5 pada hasil citra pertama mengalami kenaikan karena pasien tersebut mengalami kelainan gagal ginjal kronik dan pasien tersebut salah satu ginjalnya dapat menyerap radiofarmaka dengan baik. Selanjutnya pada pasien ke-2 hasil citra kedua pasien mengalami kenaikan dikarenakan penyerapan di dalam ginjal kurang maksimal karena pada saat dilakukannya injeksi atau penyuntikkan pasien terlalu banyak bergerak, dan pada pasien ke-14 pasien mengalami kenaikan yang sangat tinggi yaitu 29,82% karena penerimaan dari kondisi pasien yang kurang stabil sehingga pada hasil citra yang pertama mengalami kenaikan yang signifikan.



Gambar 7. Nilai persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada kelainan batu ginjal



Gambar 8. Nilai persentase aktivitas biodistribusi radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada kelainan batu ginjal

Nilai persentase aktivitas yang diperoleh pada 3 pasien untuk kelainan batu ginjal distribusinya merata, hal ini dimungkinkan karena setiap scan nya mengalami penurunan dan untuk hasil yang berada di gambar 4.5 pada organ ginjal itu signifikan. Pada pasien ke-3 untuk hasil citra pertama mengalami kenaikan dikarenakan radiofarmaka menyerap lebih cepat pada ginjal. Pasien ke-2 mengalami penurunan pada scan kedua dikarenakan tiap pasien menyerap radiofarmaka berbeda-beda.

Pada organ kandung kemih hasil yang didapat yaitu hasil citra ketiga persentase diperoleh rata-rata 20,01 % dengan nilai terendah 4,59 % dan nilai tertinggi 39,73 %. Nilai persentase aktivitas biodistribusi yang diperoleh dari 3 pasien untuk kelainan batu ginjal merata. Akan tetapi untuk pasien ke-2 pada scan II tidak ada perubahan dari scan I dikarenakan salah satu ginjalnya masih kurang dapat menyerap radiofarmaka dengan baik.

Rata-rata Waktu Paro Tc^{99m} DTPA

Pada Gambar 9 dapat dilihat bahwa nilai waktu paruh efektif dari pasien ke-1 sampai ke-25 apabila ditarik grafik eksponensial didapatkan rata-rata persamaan grafik eksponensial sebagai berikut:

$$y = A_1 e^{\left(\frac{-x}{\lambda}\right)} + y_0 \quad (12)$$

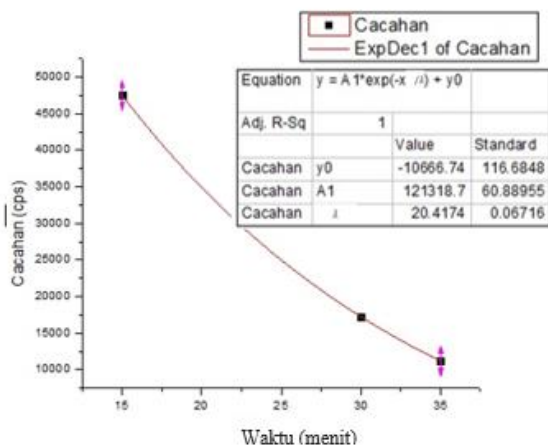
dengan A_1 adalah amplitudo, y_0 adalah nilai offset atau nilai error dan λ adalah konstanta peluruhan. Dari persamaan eksponensial di atas dapat dicari nilai waktu paruh efektif dengan mengacu pada hukum persamaan radioaktif eksponensial:

$$A = A_0 e^{\frac{-0,693}{t_{1/2}}t} \quad (13)$$

Apabila mengacu pada hukum tersebut maka:

$$\frac{-x}{\lambda} = \frac{-0,693}{t_{1/2}}t \quad (14)$$

$$t_{1/2} = 0,693 \times \lambda \quad (15)$$



Gambar 9. Nilai rata-rata waktu paro

Diketahui bahwa nilai t_1 grafik eksponensial cacahan radiofarmaka pada organ ginjal adalah $20,417 \pm 0,067$, maka waktu paruh efektif didapat dari perhitungan $0,693$ dikalikan dengan konstanta peluruhan (λ). Hasil waktu paruh efektif cacahan radiofarmaka untuk organ ginjal yaitu $(14,148 \pm 0,046)$ menit = $(0,235 \pm 0,001)$ jam. Apabila waktu paruh efektif sudah diketahui, maka dapat pula digunakan untuk mencari waktu paruh biologis dari cacahan radiofarmaka pada organ ginjal menggunakan Persamaan (9). Waktu paruh fisika dari radiofarmaka Tc^{99m} adalah 6,02 jam (361,2 menit), maka waktu paruh biologis yang

didapat dari persamaan di atas adalah $(14,724 \pm 0,046)$ menit = $(0,244 \pm 0,001)$ jam.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan Aktivitas radiofarmaka yang diberikan pada pemeriksaan renografi tiap pasien berbeda yaitu berkisar 4 sampai 8 mCi. Tetapi aktivitas yang didapat pada ginjal kiri memiliki kecenderungan lebih besar, yaitu persentase aktivitasnya 10,63 %. Sedangkan ginjal kiri persentase aktivitas yang didapat yaitu 9,79 %. Dikarenakan secara anatomi fisiologi ukuran ginjal kiri lebih besar dibandingkan ginjal kanan. Dan persentase aktivitas pada kandung kemih yaitu 3,84 %. Biodistribusi Tc^{99m} DTPA yang di dapat pada pasien tiap kasus yaitu untuk kasus CKD organ ginjal pada scan I, II dan III diperoleh rata-rata yaitu 17,35 %, sedangkan untuk kandung kemih diperoleh rata-rata yaitu 3,93 %. Untuk kasus ginjal normal organ ginjal diperoleh rata-rata yaitu 14,81 %, sedangkan untuk kandung kemih diperoleh rata-rata yaitu 14,67 %. Untuk batu ginjal organ ginjal diperoleh rata-rata yaitu 15,71 %, sedangkan untuk kandung kemih diperoleh rata-rata yaitu 12,30 %. Sedangkan sisa biodistribusi Tc^{99m} DTPA terdistribusi dalam organ lain seperti jantung, paru-paru, otak, liver dan hati. Hanya saja pada penelitian kali ini peneliti hanya fokus pada organ ginjal dan kandung kemih. Waktu paruh efektif radiofarmaka Tc^{99m} DTPA pada tubuh pasien diperoleh rata-rata yaitu $(0,235 \pm 0,001)$ jam. Sedangkan waktu paruh biologis diperoleh rata-rata yaitu $(0,244 \pm 0,001)$ jam.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak RSUP Dr. Kariadi Semarang yang telah mengizinkan saya untuk melakukan penelitian dan menyediakan fasilitas untuk mendukung penelitian saya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Guyton, H.J.E. (2007) *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran (Terjemahan). 11 ed.* Rachman RY, Hartanto H, Novrianti A, Wulandari N, editors. Jakarta: EGC, Hal. 423-35
- [2] Pearce, Evelyn C. (1987) *Anatomi dan Fisiologi Untuk Paramedik.* Gramedia, Jakarta.
- [3] Ganong, W. F. (2003) *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Ganong. Edisi 22,* Jakarta:EGC
- [4] Mashudi, Sugeng, 2011, *Buku Ajar Anatomi dan Fisiologi Dasar,* Salemba Medika, Jakarta.
- [5] BATAN (2007) *Nuklir di Bidang Kedokteran dan Kesehatan,* Pusat Diseminasi Iptek Nuklir, Badan Tenaga Nuklir Nasional.
- [6] Cherry, R.S., Sorenson, J.A., Phelps, M.E. (2012) *Physics in Nuclear Medicine Forth Edition,* Saunders Book, Philadelphia.
- [7] Saha, GB. (2010) *Fundamentals of Nuclear Pharmacy Sixth Edition,* Springer, Cleveland
- [8] Indartati, I. (2012) *Penentuan Biodistribusi dan Dosis Internal Berbagai Organ Pada Pemeriksaan Renografi Tc-99m DTPA,* FMIPA Universitas Indonesia, Jakarta.