

Penentuan persentase uptake radiofarmaka Tc^{99m} Sulfur Colloid pada sidik hati (*Liver scan*)

Istifadatun Ni'amah¹⁾, Wahyu Setiabudi¹⁾ dan Fadil Nazir²⁾

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

²⁾Pusat Teknologi dan Keselamatan Metrologi Radiasi (PTKMR)-BATAN, Kawasan Pasar Jum'at, Jakarta Selatan

Email: istifada@st.fisika.undip.ac.id

ABSTRACT

Based on data from the World Health Organization, showed that liver disease in Indonesia is in endemic high ranks. Early diagnosis of liver disease is very necessary for prevention and minimize the risk of liver disease. Research has been conducted on 28 patients on the biodistribution test of the liver scan using in vivo nuclear medicine technique that aims to determine the accumulation of counts Tc^{99m} Sulfur Colloid in the body's metabolism, the percentage uptake activity in the heart, spleen, kidney, bladder, and liver as the target organ. The study was conducted using Tc^{99m} obtained from elution of Mo^{99} generator and mixed with sulfur colloid. Tc^{99m} allows a radiopharmaceutical can be detected and known location and sulfur colloid to determine where the target of radiopharmaceutical is accumulated. Liver scan is performed by injecting Tc^{99m} Sulfur Colloid intravenously into the patient's arm as much as 2- 6mCi. Furthermore, the anterior posterior planar imaging in abdominal cavity at 5 minutes and 1 hour after injection of the patient by using a gamma camera. Determining the state of liver function can be seen from the percentage uptake activity at 5 minutes and 1 hour, the shape and size of the heart which can be evaluated from the image obtained. Biodistribution of Tc^{99m} Sulfur Colloid showed a high percentage of the liver after 5 minutes and 1 hour. Based on the value percentage uptake activity obtained, there were 18 patients with a normal liver and 10 patients with abnormal liver.

Keywords: Tc^{99m} Sulfur Colloid, liver scan, nuclear medicine, gamma camera

ABSTRAK

Berdasarkan data dari World Health Organization (WHO), menunjukkan bahwa penyakit hati di Indonesia menempati peringkat endemik yang tinggi. Diagnosis dini penyakit hati sangat diperlukan sebagai upaya pencegahan dan meminimalisasi risiko terjadinya penyakit hati. Telah dilakukan penelitian pada 28 pasien mengenai biodistribusi pada pemeriksaan sidik hati menggunakan kedokteran nuklir teknik in vivo yang bertujuan untuk menentukan akumulasi cacahan Tc^{99m} Sulfur Colloid dalam metabolisme tubuh, persentase aktivitas uptake pada organ jantung, limpa, ginjal, kandung kemih, dan hati sebagai organ targetnya. Penelitian dilakukan menggunakan Tc^{99m} yang didapat dari elusi generator Mo^{99} dan dicampurkan dengan farmaka sulfur colloid. Tc^{99m} memungkinkan suatu radiofarmaka dapat dideteksi serta diketahui lokasinya dan sulfur colloid untuk menentukan tempat target akumulasi radiofarmaka. Sidik hati dilakukan dengan cara menginjeksikan Tc^{99m} Sulfur Colloid secara intravena ke lengan pasien sebanyak 2- 6mCi. Selanjutnya dilakukan pencitraan planar anterior posterior pada cavum abdomen pada 5 menit dan 1 jam setelah penyuntikan terhadap pasien dengan menggunakan kamera gamma. Penentuan keadaan fungsi hati dapat dilihat dari persentase aktivitas uptake pada waktu 5 menit dan 1 jam, bentuk dan ukuran hati yang dapat dievaluasi dari citra yang didapat. Biodistribusi Tc^{99m} Sulfur Colloid menunjukkan persentase yang tinggi pada hati setelah waktu 5 menit dan 1 jam. Berdasarkan nilai persentase aktivitas uptake yang didapat, terdapat 18 pasien dengan hati normal dan 10 pasien dengan hati abnormal.

Kata kunci: Tc^{99m} Sulfur Colloid, sidik hati, kedokteran nuklir, kamera gamma

PENDAHULUAN

Hati merupakan organ yang sangat penting dalam mengatur homeostasis tubuh yang meliputi

metabolisme, biotransformasi, sintesis, penyimpanan, dan imunologi. Sel-sel hati mempunyai kemampuan regenerasi yang cepat,

sehingga sampai batas tertentu, hati dapat mempertahankan fungsinya bila terjadi gangguan ringan. Pada gangguan yang lebih berat, terjadi gangguan fungsi yang serius dan berakibat fatal [1].

Untuk mendeteksi serta meminimalisir kelainan patologis pada hati perlu dilakukan evaluasi fungsi hati, yang dapat dilakukan dengan uji laboratorium serta uji diagnostik. Uji diagnostik yang telah dilakukan yaitu dengan menggunakan *ultrasonography* (USG), *computed tomography scan* (CT-Scan), *magnetic resonance imaging* (MRI). Dari hasil uji diagnostik, didapatkan hasil dalam bentuk citra anatomi organ tubuh, sedangkan dari hasil laboratorium didapatkan hasil patofisiologi enzim maupun petanda tumor dari hati.

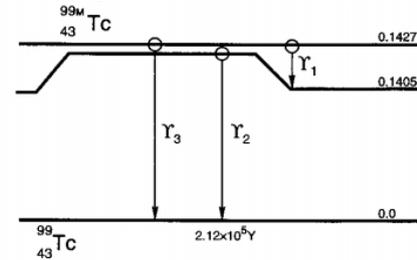
Kedokteran nuklir merupakan cabang ilmu yang menggunakan sumber radiasi terbuka yang berasal dari disintegrasi radionuklida buatan. Diagnosis di kedokteran nuklir mempunyai dua keunggulan yaitu memberikan informasi data fisiologi, patofisiologi tingkat seluler, anatomi/morfologi, serta biodistribusi radiofarmaka yang memberikan hasil citra organ secara *real time*, yang kemudian dapat digunakan untuk menentukan aktivitas radiofarmaka, persentase *uptake* radiofarmaka pada organ, dan fungsi organ.

DASAR TEORI

Hati adalah organ terbesar dalam tubuh manusia dengan berat sekitar 1,2- 1,5 kg atau 2% dari berat badan orang dewasa normal. Hati terletak pada bagian kanan atas cavum abdomen, menempati hampir seluruh hipokondrium kanan, sebagian besar epigastrium, dan mencapai hipokondrium kiri sampai sejauh linea mamaria [2].

Penelitian untuk diagnostik hati dapat menggunakan radioisotop Tc^{99m} . Di kedokteran nuklir, sekitar 85% pemanfaatan radioisotop utama adalah teknesium sebagai unsur utama perunut (tracer) yang dapat dicampur dengan berbagai bahan kit farmaka yang non radiasi untuk organ target. Hal ini dikarenakan sifat unik dari Tc^{99m} , yaitu merupakan pengemisi sinar gamma dengan energi 140 KeV yang ideal untuk

skintigrafi, waktu paro fisik 6,02 jam cocok untuk aplikasi dan preparasi klinis, dengan bahan baku utama adalah garam fisiologis (NaCl 0.9%) dengan Mo^{99} yang berada pada colum alumina (Al_2O_3) sehingga beban radiasi pada pasien dapat dikurangi karena tidak mengemisikan partikel dengan waktu paronya pendek, serta mudah didapatkan dari generator Mo^{99}/Tc^{99m} [3].



Gambar 1. Skema peluruhan Tc^{99m} dengan waktu paro 6,02 jam [4].

Generator radionuklida merupakan suatu sistem yang mengandung campuran radionuklida induk dan radionuklida anak yang berada dalam kesetimbangan dan dirancang untuk menghasilkan radionuklida anak yang terpisah dari induknya. Generator Mo^{99}/Tc^{99m} menggunakan Mo^{99} yang dimasukkan dalam bentuk ion molibdat (MoO_4^{2-}), yang diletakkan dalam *coloum alumina*. Selanjutnya, Tc^{99m} akan dihasilkan dari peluruhan Mo^{99} setelah dialiri cairan garam NaCl 0.9% pada *coloumn alumina* tersebut, sehingga terbentuk TcO_4^- yang telah terpisah dari induknya yang beradiasi [5].

Aktivitas radiofarmaka anak dapat diperoleh menggunakan Persamaan (1).

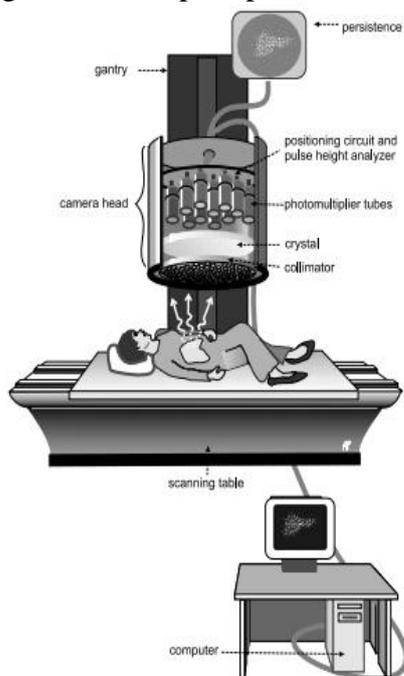
$$(A_d)_t = \frac{\lambda_d (A_p)_o}{\lambda_d - \lambda_p} e^{-\lambda_p t} = \frac{\lambda_d (A_p)_t}{\lambda_d - \lambda_p} \quad (1)$$

dengan, A_d merupakan aktivitas radionuklida anak (mCi), λ_d merupakan konstanta peluruhan radionuklida anak, A_p merupakan aktivitas radionuklida induk (mCi), λ_p merupakan konstanta peluruhan radionuklida induk.

Tc^{99m} SC (*Sulfur Colloid*) diperoleh dengan mencampurkan TcO_4^{99m} dan kit farmaka yang mengandung Sodium Thiosulfate dalam media asam dan kemudian dipanaskan pada 95-

100° C dalam sebuah *waterbath* (penangas air) selama 5- 10 menit. pH campuran yang digunakan dari 6- 7 dengan larutan penyangga yang sesuai. Kit Tc^{99m} SC yang diperjual belikan di pasaran, ditambah dengan komposisi dasar dari thiosulfate dan asam, yang mungkin mengandung gelatin sebagai koloid penjaga dan *ethylene diamine tetra acetic acid* (EDTA) untuk menghilangkan keberadaan dari ion aluminium di Tc^{99m} eluate. Ukuran partikel bervariasi antara 0.1 - 1 μm , dengan ukuran rerata 0.3 μm , dan ukuran yang terdistribusi dapat bervariasi terhadap preparasi dan kit farmaka [3].

Instrumen utama dalam pencitraan pada kedokteran nuklir adalah kamera gamma. Komponen dalam kamera gamma terdiri dari: meja *scanning*, *head camera* (kolimator, kristal sintilasi, *photomultiplier tubes*/ PMT, dan rangkaian pemosisi serta penyeleksi lensa), *gantry* (instrumentasi yang menghubungkan *head camera* dengan sistem komputer), dan sistem komputer, yang digambarkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2. Komponen Kamera Gamma [5]

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan teknik pengambilan data secara prospektif, yaitu data yang diambil secara langsung pada saat selesainya

pemeriksaan. Radiofarmaka Tc^{99m} SC disuntikkan pada pembuluh darah intra vena di bagian lengan pasien, dengan aktivitas dosis sebanyak $\pm 2- 6$ mCi. Kemudian dilakukan pencitraan pasien pada waktu 5 menit dan 1 jam setelah pencitraan. Radiofarmaka yang menyebar ke organ tubuh akan ditangkap dan direkam oleh detektor kamera gamma. Pencitraan dilakukan pada bagian abdomen yang terdapat organ hati sehingga didapatkan citra hati dan limpa yang kemudian dibuat ROI (*Region of Interest*) yaitu garis batas pada organ yang akan dinilai menggunakan program yang terdapat dalam komputer proses data. Dalam penelitian ini dilakukan ROI pada organ jantung, hati, limpa, ginjal, dan kandung kemih. Dari hasil ROI masing-masing organ diperoleh akumulasi cacahan radiofarmaka pada suatu organ.

Nilai persentase aktivitas radiofarmaka diperoleh dari konversi cacahan radiofarmaka yang tertera pada komputer proses data dari hasil ROI menjadi nilai aktivitas, menggunakan Persamaan (2).

$$A = \text{Cacahan}(\text{count}) \times F_k \quad (2)$$

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 di bawah kamera gamma dengan jarak 7 cm dari muka detektor.

Nilai aktivitas yang didapat dibandingkan dengan aktivitas awal yang diberikan, untuk mendapatkan distribusi uptake. Nilai yang didapat berupa nilai persentase, yang dihitung dengan Persamaan (3).

$$\% \text{ uptake} = \left(\frac{A}{A_0} \right) \times 100\% \quad (3)$$

dengan, A merupakan aktivitas pada organ (mCi) dan A_0 merupakan aktivitas awal yang diberikan (mCi).

HASIL DAN PEMBAHASAN

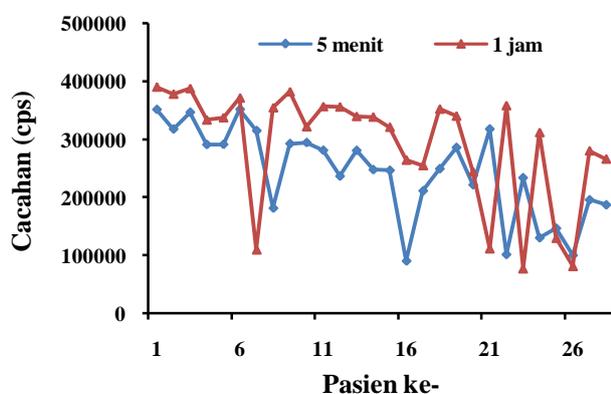
Dari hasil pengumpulan data, pemeriksaan dilakukan pada 28 pasien dengan 19 pasien laki-laki dan 9 pasien perempuan dengan rerata usia 52,6 tahun. Penelitian dilakukan menggunakan radiofarmaka Tc^{99m} SC yang merupakan gabungan

dari radioisotop Tc^{99m} (sebagai perunut/tracer) yang memungkinkan suatu radiofarmaka dapat dideteksi serta diketahui lokasinya dan senyawa pembawa SC untuk menentukan tempat organ target dengan adanya *uptake* dan akumulasi radiofarmaka yaitu pada hati dan limpa. Dari hasil injeksi tersebut diperoleh data dosis injeksi tiap pasien dengan selang waktu yang berbeda.

Akumulasi Cacahan Tc^{99m} SC (*Sulfur Colloid*) pada Hati

Penghitungan cacahan pasien dilakukan dengan membuat ROI dari hasil citra anterior dan posterior yang diperoleh sebagai output kamera gamma. Pembuatan ROI dilakukan dengan menyesuaikan bentuk organ yang ada dengan menggunakan program Mediso Interview Xp® versi V1.05.014 (Build 121).

Berdasarkan dari letak organ secara anatomi tubuh, posisi untuk jantung, hati, dan kandung kemih berada di bagian depan tubuh. Sedangkan posisi untuk organ ginjal dan limpa berada di belakang tubuh. Sehingga untuk mode pemeriksaannya digunakan mode pemeriksaan anterior (bagian depan tubuh) untuk organ jantung, hati, dan kandung kemih, dan mode pemeriksaan posterior (bagian belakang tubuh) untuk organ ginjal dan limpa. Representasi akumulasi nilai cacahan radiofarmaka Tc^{99m} SC pada hati dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Akumulasi cacahan Tc^{99m} SC pada organ hati.

Gambar 3 menunjukkan hubungan antara hasil cacahan pada organ hati dari masing- masing

subyek sampel untuk pencitraan 5 menit dan 1 jam setelah injeksi pada 28 pasien. Hasil pencacahan menunjukkan rerata nilai cacahan 1 jam lebih besar dari pada nilai cacahan 5 menit, dengan persentase 82,1 % (23 pasien) untuk hasil cacahan pada pencitraan 1 jam lebih banyak dari pada cacahan 5 menit dan 17,9 % (5 pasien) untuk pasien dengan nilai cacahan 5 menit lebih tinggi dari pada 1 jam. Hasil cacahan yang lebih tinggi pada waktu 1 jam disebabkan karena dengan semakin lamanya jeda waktu untuk pencitraan, maka semakin banyak pula jumlah radiofarmaka yang terserap.

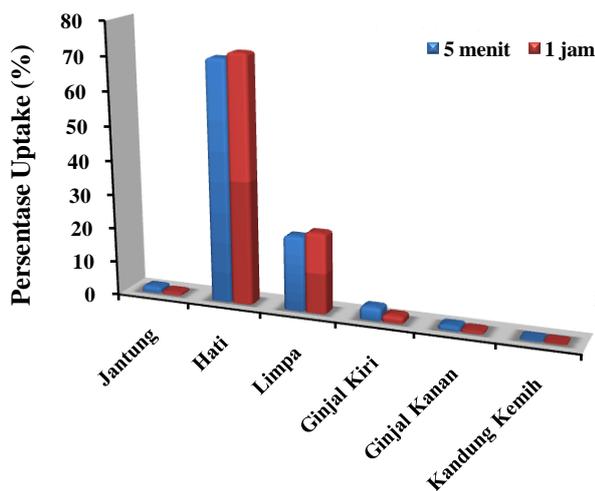
Persentase *Uptake* Tc^{99m} SC (*Sulfur Colloid*) Terakumulasi pada Organ

Penentuan faktor koreksi cacahan dilakukan setelah mendapatkan nilai cacahan Tc^{99m} SC pada organ. Diperoleh hasil sebesar 170835.8 cps untuk 1 mCi Tc^{99m} SC. Nilai ini disebut sebagai faktor konversi cacahan yang digunakan sebagai proses kalibrasi sehingga dari pencitraan dengan kamera gamma dapat diketahui perkiraan aktivitas dosis radiofarmaka yang terakumulasi di organ hati, limpa, jantung, ginjal kiri, ginjal kanan, dan kandung kemih.

Dengan menggunakan Persamaan (2), nilai cacahan pada masing- masing organ ini dikalikan dengan nilai konversi, sehingga didapatkan nilai aktivitas dosis radiofarmaka pada masing- masing organ. Nilai aktivitas menunjukkan keberadaan radiofarmaka pada masing- masing organ tersebut, yang berarti menunjukkan distribusi radiofarmaka pada organ yang akan diteliti. Dari nilai aktivitas tersebut dapat dihitung prosentase aktivitas *uptake* Tc^{99m} SC pada waktu 5 menit dan 1 jam yang terdistribusi pada masing- masing organ dari aktivitas dosis injeksi yang diberikan dengan Persamaan (3). Persentase aktivitas *uptake* masing- masing organ dapat dilihat pada Gambar 4.

Rerata persentase aktivitas *uptake* Tc^{99m} SC pada masing- masing organ pada waktu pencitraan 5 menit dan 1 jam pada 28 pasien dihitung menggunakan data dari grafik pada Gambar 4. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa hati memiliki persentase *uptake* yang paling tinggi

yaitu masing-masing sebesar 70,8% dan 72,7% pada waktu 5 menit dan 1 jam. Kemudian untuk limpa, ginjal kiri, ginjal kanan, dan kandung kemih pada waktu 5 menit dan 1 jam masing-masing dengan persentase *uptake* sebesar 21,9% dan 23,5%; 3,9% dan 2,2%; 1,3% dan 0,7%; 1,8% dan 0,7%; 0,3% dan 0,2%. Dari nilai *uptake* tersebut, diketahui bahwa pada waktu pemeriksaan 5 menit setelah injeksi, nilai aktivitas pada organ masih sedikit jika dibandingkan dengan nilai aktivitas pada waktu pemeriksaan 1 jam setelah injeksi.



Gambar 4. Persentase *uptake* Tc^{99m} Sulfur Colloid di berbagai organ

Dalam penelitian ini, diperoleh informasi bahwa Tc^{99m} SC terdistribusi pertama ke jantung, hati, limpa, ginjal, dan kandung kemih. Hasil pencitraan di kedokteran nuklir menggunakan teknik *in-vivo* dengan Tc^{99m} SC, setelah dilakukan injeksi intravena, partikel SC masuk ke dalam dinding kapiler darah kemudian ke ruang antar sel dalam waktu 2- 5 menit. Tc^{99m} SC yang sudah bercampur dengan darah yang disuntikkan melalui pembuluh darah balik, mengikuti aliran darah pertama akan sampai ke jantung sesuai dengan sistem transportasi atau peredaran darah manusia. Kemudian Tc^{99m} SC sampai ke organ sistem retikuloendotelium (di antaranya hati dan limpa) secara cepat dibersihkan dari darah dengan waktu pembersihan kira- kira 2,5 menit. *Uptake* dari radioaktif koloid oleh organ- organ

retikuloendotelial tergantung pada laju aliran darah dan kapasitas fungsional oleh sel fagosit. Rerata menunjukkan 80- 90% dari partikel koloid yang disuntikkan akan terfagositosis (dimakan) oleh sel Kuffer hati, 5- 10% pada limpa dan sumsum tulang belakang [6].

Setelah memasuki sistem hepatobiliar (hati- emedu), darah akan masuk ke sistem urinari (perkemihan) yang merupakan suatu sistem dimana terjadi proses penyaringan darah (filtrasi) sehingga darah terbebas dari zat- zat yang tidak diperlukan. Organ perkemihan yang diambil dalam penelitian yaitu ginjal dan kandung kemih. Setelah melewati proses penyaringan di ginjal, zat- zat yang masih diperlukan oleh tubuh akan di absorbs dan diedarkan kembali ke dalam aliran darah, sedangkan zat- zat yang sudah tidak diperlukan akan dibuang melalui urin menuju kandung kemih. Tc^{99m} SC yang terserap pada organ ginjal kiri lebih banyak dari pada ginjal kanan, karena ukuran ginjal kiri lebih besar dari pada ginjal kanan, sehingga detektor kamera gamma akan mencacah radiasi yang lebih banyak di ginjal kiri dan nilai aktivitas yang terserap juga besar [7]. Persentase aktivitas *uptake* yang terdapat pada organ ginjal lebih besar dari pada persentase aktivitas *uptake* yang ada pada kandung kemih. Hal ini menunjukkan bahwa hanya sedikit dari persentase Tc^{99m} SC yang masih tersisa, karena kandung kemih merupakan organ terakhir yang berfungsi sebagai penampung urine sementara.

Terdapat sedikit perbedaan persentase *uptake* dari Tc^{99m} SC yang terakumulasi di hati pada beberapa subyek sampel, hal ini mungkin disebabkan oleh adanya gangguan pada hati pasien, ukuran dan kemampuan organ, serta proses injeksi melalui intravena juga berpengaruh terhadap banyaknya dosis aktivitas yang tertuju pada hati. Pada pasien dengan intravena yang kecil dapat menyebabkan radiofarmaka tertinggal di lengan tempat penyuntikan. Semakin banyak aktivitas radiofarmaka yang tertinggal maka radiofarmaka yang menuju ke organ akan berkurang untuk diakumulasi dan membutuhkan waktu yang lama akan sampai pada organ target. Dengan lamanya waktu *scan*, radiofarmaka tersebut akan tetap berada di lengan. Apabila

radiofarmaka yang berada di lengan kemudian bergerak bersama aliran darah menuju organ di tubuh, maka hal ini dapat menyebabkan perbedaan banyaknya radiofarmaka yang terakumulasi pada selang waktu *scan*.

Evaluasi Fungsi Hati Berdasarkan Aktivitas Uptake Radiofarmaka

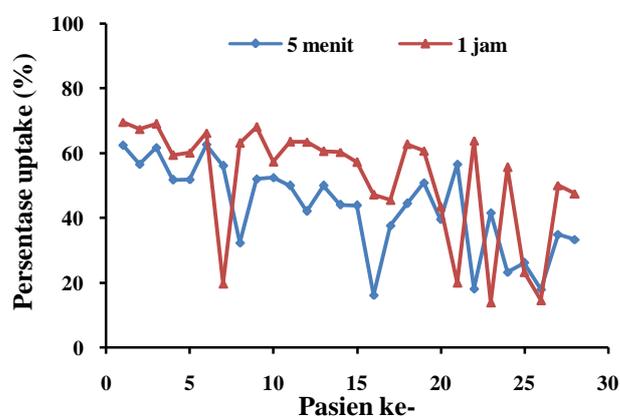
Pencitraan statis yang dilakukan dapat ditelaah untuk meninjau ukuran dan bentuk hati, konsentrasi relatif, distribusi radiofarmaka pada organ, serta mengetahui adanya gangguan fungsi yang ada. Hal itu dapat dilihat dari persentase aktivitas *uptake* dari hasil citra yang ada. Evaluasi ukuran dan bentuk hati (morfologi) dapat dilihat dari hasil citra yang dilakukan dengan meletakkan *marker* (berupa panah terbuat dari timbal/timah hitam) diletakkan pada iga kanan paling bawah pada saat *scan* [6]. Bentuk ujung bawah lobus kanan hati, dapat dilihat dari hasil citra dengan menilai ketajaman atau adanya ketumpulan dari ujung tersebut. Dari hasil citra visual dan aktivitas *uptake* radiofarmaka Tc^{99m} SC pada 28 pasien dapat dianalisis sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

21	Normal	Abnormal
22	Normal	Normal
23	Normal	Abnormal
24	Normal	Normal
25	Normal	Normal
26	Normal	Normal
27	Normal	Normal
28	Normal	Normal

Tabel 1 menunjukkan analisis fungsi pasien yang ditentukan dari hasil cacahan dan citra. Berdasarkan citra, pasien normal berjumlah 23 orang dan pasien abnormal berjumlah 5 orang. Berdasarkan nilai cacahan, pasien normal berjumlah 25 orang dan pasien abnormal berjumlah 3 orang.

Tabel 1. Analisis fungsi hati pasien

Pasien ke-	Citra	Cacahan
1	Normal	Normal
2	Abnormal	Normal
3	Normal	Normal
4	Normal	Normal
5	Abnormal	Normal
6	Normal	Normal
7	Normal	Abnormal
8	Normal	Normal
9	Normal	Normal
10	Normal	Normal
11	Normal	Normal
12	Normal	Normal
13	Normal	Normal
14	Abnormal	Normal
15	Normal	Normal
16	Normal	Normal
17	Abnormal	Normal
18	Normal	Normal
19	Normal	Normal
20	Abnormal	Normal



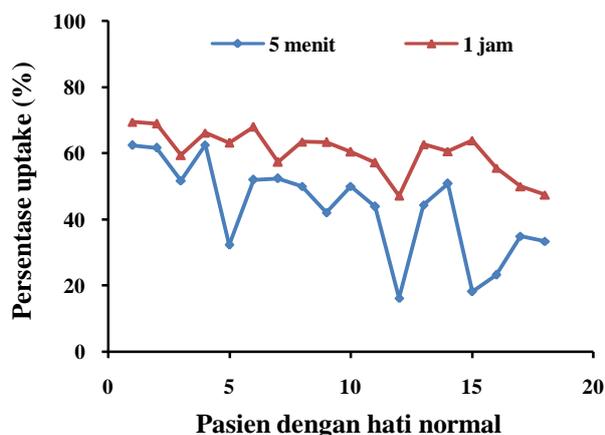
Gambar 5. Persentase *uptake* Tc^{99m} SC pada hati

Gambar 5 menunjukkan nilai persentase *uptake* Tc^{99m} SC pada 28 pasien. Pada 5 menit setelah injeksi radiofarmaka, diperoleh rerata persentase *uptake* Tc^{99m} SC sebesar 43,17± 13,73%, dengan nilai terendah 16,14% dan tertinggi 62,52%. Pada 1 jam setelah injeksi radiofarmaka diperoleh rerata 51,87± 17,48%, nilai terendah 13,86%, tertinggi 69,48%. Nilai *uptake* yang diperoleh pada 28 pasien terlihat distribusi radiofarmaka kurang merata, hal ini dimungkinkan karena ukuran dan kemampuan organ menangkap radiofarmaka yang diberikan berbeda-beda serta kemungkinan terdapatnya gangguan pada hati pasien, sehingga rerata nilai *uptake* yang diperoleh lebih rendah dari nilai *uptake* normal. Sedangkan untuk perubahan persentase *uptake* radiofarmaka Tc^{99m} SC tampak

semakin meningkat sesuai dengan lamanya waktu *scan* yang dilakukan.

Pasien dengan hati normal

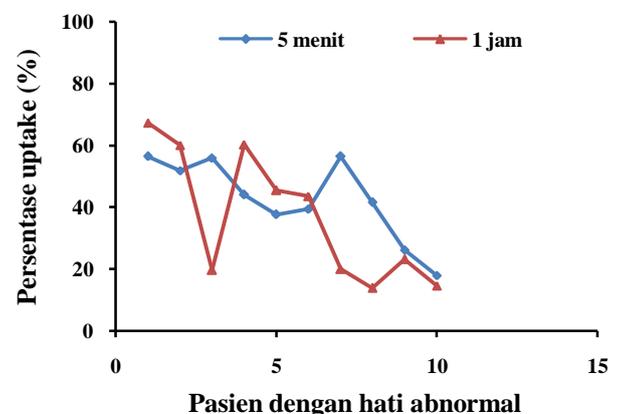
Dari gambar 6 dapat diketahui bahwa jumlah pasien dengan hati normal ada 18. Pasien dikategorikan mempunyai hati normal dapat dilihat dari dua hal yaitu persentase aktivitas *uptake* dan citra organ. Berdasarkan persentase aktivitas *uptake*, hati disebut normal apabila nilai persentase aktivitas *uptake* pada 1 jam lebih tinggi dari pada 5 menit. Hal ini sesuai dengan hukum peluruhan bahwa aktivitas radiofarmaka akan meluruh secara eksponensial dengan semakin bertambahnya waktu, sehingga semakin bertambah lama waktu pemeriksaan, aktivitas yang terakumulasi pada organ juga semakin meningkat. Saat dilihat dari citra, hati dikatakan normal apabila ujung dari lobus kanannya berbentuk lancip dan sejajar terhadap permukaan serta letak hati tidak melebihi *marker* yang diberikan. *Marker* diberikan sebagai penanda batas ukuran organ hati, sehingga apabila citra organ hati menunjukkan ukuran hati melebihi atau kurang dari *marker*, dapat dikatakan bahwa pasien memiliki hati yang abnormal. Kondisi ini bisa saja terjadi berbeda bila pada pasien dengan ukuran tubuh yang lebih pendek dan agak gemuk seringkali menggunakan *marker scan* yang diperoleh terlihat gambaran hatinya melebihi *marker* yang diletakan dipermukaan tubuhnya.



Gambar 6. Persentase *uptake* Tc^{99m} SC pada pasien dengan hati normal

Pasien dengan hati abnormal

Dari gambar 7 dapat diketahui bahwa pasien dengan hati abnormal berjumlah 10. Pasien dikategorikan mempunyai hati abnormal yang dapat dilihat dari dua hal yaitu persentase aktivitas *uptake* dan citra organ. Berdasarkan persentase aktivitas *uptake*, hati disebut abnormal apabila nilai persentase aktivitas *uptake* pada 1 jam lebih rendah dari pada 5 menit. Berdasarkan citra, hati abnormal apabila ujung dari lobus kanannya berbentuk tumpul dan tidak sejajar rata terhadap permukaan dan letak hati melebihi dari *marker* yang diberikan. Persentase kenaikan dan pengurangan *uptake* radiofarmaka juga berpengaruh terhadap fungsi hati. *Uptake* yang rendah biasanya disebabkan oleh penyakit hati hepatoseluler, hepatitis alkohol akut, sirosis hati. Sedangkan *uptake* yang tinggi hanya terjadi saat kondisi patologis tertentu seperti hepatomegali. Kemampuan tinggi rendahnya persentase *uptake* tergantung pada kemampuan sel-sel kuffer dalam menangkap partikel SC, serta ukuran besar kecilnya suatu organ, sehingga apabila mengalami penurunan *uptake*, dapat dikatakan mengalami pengecilan organ hati dan apabila mengalami peningkatan *uptake*, dapat dikatakan mengalami perbesaran organ hati.



Gambar 7. Persentase *uptake* Tc^{99m} SC pada pasien dengan hati abnormal

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan bahwa nilai akumulasi cacahan radiofarmaka pada hati semakin meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Nilai rerata akumulasi Tc^{99m} SC pada waktu 5 menit sebesar $242634,5 \pm 4,7$ cps dan pada waktu 1 jam sebesar $291560,1 \pm 5,9$ cps. Rerata persentase uptake Tc^{99m} sulfur colloid pada organ hati, limpa, ginjal kiri, ginjal kanan, jantung, dan kandung kemih masing-masing setelah waktu pencitraan 5 menit sebesar 70,8%, 21,9%, 3,9%, 1,3%, 1,8%, dan 0,3%. Sedangkan setelah 1 jam sebesar 72,7%, 23,5%, 2,2%, 0,7%, 0,7%, dan 0,2%. Pasien yang memiliki hati normal berjumlah 18 pasien dan yang memiliki hati abnormal berjumlah 10 pasien. Nilai aktivitas uptake yang lebih akurat, dapat diperoleh dengan memperbanyak subyek penelitian dan memperbanyak waktu pemeriksaan setelah injeksi dengan berbagai macam teknik pengambilan posisi organ. Selain itu diperlukan proses pembuatan ROI yang lebih teliti agar sesuai dengan batas organ yang diinginkan dan menggunakan *rasio to background*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Muchid, A. (2007) *Pharmaceutical Care untuk Penyakit Hati*, Direktorat Bina Farmasi Komunitas Dan Klinik Ditjen Bina Kefarmasian Dan Alat Kenormalan Departemen Kenormalan RI, Jakarta
- [2] Snell R.S. (2006) *Anatomi Klinik untuk Mahasiswa Kedokteran Edisi 6*, EGC, Jakarta
- [3] Khalil, M.M (2011) *Basic Sciences of Nuclear Medicine*, Springer, United Kingdom.
- [4] Bushberg, J.T., Anthony S., Edwin M.L., dan John M.B. (2002) *The Essential Physics of Medical Imaging Second Edition*, Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia
- [5] Powsner, R.A. dan Powsner, E.R (2006) *Essential Nuclear Medicine Physics Second Edition*, Blackwell Publishing, Massachutes
- [6] Christian, P.E. (2007) *Nuclear Medicine and PET/CT Technology and Techniques*, Mosby, New York
- [7] Gray, H. (1965) *Anatomy of The Human Body, 27th edition*, Lea and Febiger, Philadelphia