

## **KOMPARASI METODE PENENTUAN KEMURNIAN RADIOKIMIA DARI $^{99m}\text{Tc}$ -RADIOFARMAKA MENGGUNAKAN RADIO-TLC SCANNER DAN SINGLE CHANNEL ANALYZER**

Teguh Hafiz A Wibawa, Eva M Widyasari, Witri Nuraeni, Epy Isabela,  
Nanny Kartini, Isti Daruwati, M. Basit Febrian

Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan – Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Jalan Tamansari No. 71, Bandung, Indonesia  
t\_hafiz@batan.go.id

### **ABSTRAK**

**KOMPARASI METODE PENENTUAN KEMURNIAN RADIOKIMIA DARI  $^{99m}\text{Tc}$ -RADIOFARMAKA MENGGUNAKAN RADIO-TLC SCANNER DAN SINGLE CHANNEL ANALYZER.** Kemurnian radiokimia adalah fraksi radioaktivitas total senyawa kimia yang diinginkan dari radiofarmaka serta merupakan parameter penting yang harus ditentukan untuk mengetahui kualitas suatu radiofarmaka. Metode yang paling banyak digunakan pada penentuan kemurnian radiokimia yaitu metode kromatografi, dilanjutkan dengan pencacahan radioaktivitas menggunakan radio-TLC scanner maupun single channel analyzer (SCA). Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk menentukan kesesuaian kemurnian radiokimia suatu radiofarmaka bertanda Teknesium-99m menggunakan radio-TLC scanner dan SCA. Penentuan kemurnian radiokimia dilakukan pada  $^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin,  $^{99m}\text{Tc}$ -Etambutol dan  $^{99m}\text{Tc}$ -Glukosa-6-Fosfat. Kemurnian radiokimia yang diperoleh dari ketiga radiofarmaka dengan menggunakan pencacah radio-TLC scanner dan SCA secara berturut-turut, berkisar antara 70,74 – 97,38 % dan 72,31 – 98,88 %, sedangkan komparasi hasil cacahan dari kedua alat diperoleh nilai koefisien korelasi Pearson ( $r$ ) sebesar 0,99, serta hasil uji statistik  $t$  sebesar 1,24, lebih kecil dari nilai  $t$  kritis tabel (2,23) pada tingkat kepercayaan 95 %. Hasil tersebut menunjukkan, baik radio-TLC-scanner maupun SCA menunjukkan perbedaan hasil analisis yang tidak signifikan, sehingga kedua metode tersebut dapat diaplikasikan dengan baik untuk pencacahan kertas kromatografi dalam penentuan kemurnian radiokimia dari radiofarmaka bertanda Teknesium-99m.

*Katakunci: komparasi, radio-TLC scanner, single channel analyzer, kemurnian radiokimia,  $^{99m}\text{Tc}$ -Radiofarmaka*

### **ABSTRACT**

**COMPARISON OF RADIOCHEMICAL PURITY TESTING METHODS FOR  $^{99m}\text{Tc}$ -RADIOPHARMACEUTICALS USING RADIO-TLC SCANNER AND SINGLE CHANNEL ANALYZER.** Radiochemical purity is the fraction of the total radioactivity of the desired chemical compound of the radiopharmaceuticals and it is an important parameter that must be specified to determine the quality of a radiopharmaceutical. The most widely used method in determination of the radiochemical purity is chromatography method, followed by radioactivity counting using radio-TLC scanner or single channel analyzer (SCA). The objective of this study is to determine the conformity of radiochemical purity testing of the Technetium-99m labeled radiopharmaceuticals, by using radio-TLC scanner or single channel analyzer (SCA). The measurements were done for  $^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin,  $^{99m}\text{Tc}$ -Ethambutol, and  $^{99m}\text{Tc}$ -Glucose-6-Phosphate. The radiochemical purity obtained by radio-TLC scanner and SCA were varied from 70.74 to 97.38 % and 72.31 to 98.88 % respectively, whereas the comparison results of both methods obtained Pearson correlation coefficient was 0.99, and the results of the  $t$ -test was 1.24, less than the critical  $t$  value table (2.23) at the 95% confidence interval. From these results, it showed that radio-TLC scanner and SCA have no significant difference and well applied to determine radiochemical purity of the Technetium-99m labeled radiopharmaceuticals.

*Keywords: comparison, radio-TLC scanner, single channel analyzer, radiochemical purity,  $^{99m}\text{Tc}$ -Radiopharmaceuticals*

## 1. PENDAHULUAN

Salah satu parameter penting yang harus diuji untuk mengetahui kualitas suatu radiofarmaka yaitu kemurnian radiokimia. Pengujian kemurnian radiokimia pada suatu radiofarmaka harus dilakukan sebagai tahap awal dalam pengujian sifat fisiko-kimia, sebelum dilanjutkan dengan pengujian biologis dan klinis [1]. Faria dan Garibov menyatakan bahwa metode yang digunakan untuk uji kualitas tidak hanya harus mempunyai akurasi dan reliabilitas yang tinggi, namun juga harus mudah dilakukan, aman dan cepat [2-3].

Menurut Saha, kemurnian radiokimia adalah persentase radioaktivitas total dari senyawa kimia yang diharapkan dalam radiofarmaka. Beberapa faktor penyebab ketidakmurnian radiokimia antara lain pengaruh pelarut, perubahan derajat keasaman (pH) dan suhu, cahaya, serta radiolisis [4].

Metode analitik yang banyak digunakan dalam penentuan kemurnian radiokimia yaitu metode kromatografi kertas dan kromatografi lapis tipis, dilanjutkan dengan pencacahan untuk mengetahui migrasi dari senyawa-senyawa radioaktif pada kertas maupun potongan lapis tipis hasil kromatografi [5-7]. Pencacahan sangat berpengaruh terhadap hasil penentuan kemurnian radiokimia, sehingga dibutuhkan alat yang mempunyai akurasi dan presisi yang cukup baik. Pencacahan kertas maupun lapis tipis hasil kromatografi suatu sampel radiofarmaka dapat menggunakan alat *radio-TLC scanner* dan *single channel analyzer (SCA)*. SCA merupakan alat pencacah sinar gamma yang banyak digunakan karena harganya yang relatif murah. Namun, penggunaan SCA dalam pencacahan kertas dan lapis tipis hasil kromatografi membutuhkan preparasi sampel yang tidak praktis, sampel harus dipotong-potong tiap 1 cm sehingga proses pencacahan membutuhkan waktu lama karena pencacahan sampel harus dilakukan pada setiap potongan sampel, serta hasilnya masih berupa data cacahan yang harus dihitung agar diperoleh persentase masing-masing puncak pada sampel.

*Radio-TLC scanner* hadir sebagai salah satu pilihan yang memberikan kemudahan dalam pencacahan radioaktivitas dari sampel yang berbentuk kertas maupun lapis tipis hasil kromatografi. *Radio-TLC scanner* merupakan alat cacah yang khusus digunakan untuk mencacah radioaktivitas sinar gamma maupun beta dari sampel yang berupa kertas maupun lapis tipis

kromatografi. Walaupun mempunyai harga dan biaya operasional yang relatif mahal karena kinerja detektor membutuhkan aliran gas P10 (campuran gas argon 90 % dan metana 10 %), *radio-TLC scanner* mempunyai beberapa kelebihan dibanding SCA, diantaranya pencacahan relatif lebih singkat karena sampel kertas dan lapis tipis tidak perlu dipotong-potong, tempat sampel dan detektor pada *radio-TLC scanner* dibuat sejajar serta mempunyai jarak yang tetap, sehingga geometri sampel dan jarak dengan detektor pada saat pencacahan akan selalu sama. Selain itu posisi detektor pada *radio-TLC scanner* dapat diatur agar dapat berpindah secara otomatis dari satu sampel ke sampel yang lain, sehingga penggunaannya lebih praktis dan menghasilkan pencacahan yang lebih akurat.

Pencacah *radio-TLC scanner* dan SCA digunakan di laboratorium Senyawa Bertanda, Pusat Sains dan Teknologi Nuklir Terapan (PSTNT) – Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN) untuk mencacah kertas dan lapis tipis hasil kromatografi dari berbagai sampel, diantaranya radiofarmaka bertanda Teknesium-99m ( $^{99m}\text{Tc}$ ). Untuk mengetahui kesesuaian hasil pengujian kemurnian radiokimia yang diperoleh dari pencacahan menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA, serta untuk meningkatkan tingkat kepercayaan hasil pengujian, maka perlu dilakukan komparasi hasil cacahan dari *radio-TLC scanner* dan SCA.

Pada penelitian ini, dilakukan komparasi hasil pengujian kemurnian radiokimia menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA pada radiofarmaka  $^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin,  $^{99m}\text{Tc}$ -Etambutol dan  $^{99m}\text{Tc}$ -Glukosa-6-Fosfat ( $^{99m}\text{Tc}$ -G-6-P). Selanjutnya hasil pengukuran dianalisis secara statistik dengan menggunakan persamaan koefisien korelasi *Pearson (r)* dan uji statistik *t*, untuk menguji hasil kurva kedua alat tersebut.

## 2. TATAKERJA (BAHAN DAN METODE)

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan radioaktif yang digunakan sebagai penanda yaitu larutan natrium perteknetat ( $\text{Na}^{99m}\text{TcO}_4$ ) (*Australian Nuclear Science and Technology Organisation / ANSTO*). Sampel radiofarmaka yang terdiri dari  $^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin,  $^{99m}\text{Tc}$ -Etambutol dan  $^{99m}\text{Tc}$ -Glukosa-6-Fosfat ( $^{99m}\text{Tc}$ -G-6-P) yang dibuat secara *in-house* di PSTNT-BATAN. Pelarut yang digunakan sebagai fasa gerak antara lain larutan natrium hidroksida

**Tabel 1. Fasa gerak dan fasa diam pada penentuan kemurnian radiokimia  $^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin,  $^{99m}\text{Tc}$ -Etambutol dan  $^{99m}\text{Tc}$ -G-6-P**

Sampel	Sistem Kromatografi	Fasa Diam	Fasa Gerak
$^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin	A	ITLC-SG	NaOH 0,5 N
	B	Whatman 3	Aseton
$^{99m}\text{Tc}$ -Etambutol	C	Whatman 31 ET	Asetonitril : Akuabides (1:1)
	D	TLC-SG	Akuabides
$^{99m}\text{Tc}$ -G-6-P	E	ITLC-SA	Akuabides
	F	TLC-SG	Aseton kering

Sumber: Hasil Penelitian Sebelumnya [8-10]

(NaOH) 0,5 N (Merck), aseton (Merck), campuran asetonitril 50 % (Merck) : akuabides 50 % (IPHA Laboratories) (v/v), aseton kering (Merck) dan akuabides (IPHA Laboratories). Kertas dan lapis tipis yang digunakan sebagai fasa diam antara lain ITLC-SG (Agilent Technologies), Whatman™ 3, Whatman™ 31 ET, TLC-SG (Merck) dan ITLC-SA (Agilent Technologies). Bahan lain yang digunakan yaitu gas P-10 (campuran gas argon 90 % dan metana 10 %) (Linde). Adapun peralatan yang digunakan antara lain: *radio-TLC scanner* (Bioscan AR-2000), *single channel analyzer* (SCA) (Ortec 402A), pipet mikro (Eppendorf), oven (Memmert UNB 200) dan seperangkat alat gelas kromatografi.

## 2.2 Penentuan Kemurnian Radiokimia $^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin, $^{99m}\text{Tc}$ -Etambutol dan $^{99m}\text{Tc}$ -Glukosa-6-Fosfat

Penentuan kemurnian radiokimia dari radiofarmaka  $^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin,  $^{99m}\text{Tc}$ -Etambutol dan  $^{99m}\text{Tc}$ -G-6-P dilakukan dengan metode kromatografi kertas dan lapis tipis. Beberapa pengotor radiokimia yang terdapat dalam radiofarmaka antara lain  $^{99m}\text{Tc}$ -Bebas ( $\text{Na}^{99m}\text{TcO}_4$ ) dan  $^{99m}\text{Tc}$ -Tereduksi ( $^{99m}\text{TcO}_2$ ).

Pemisahan pengotor dari setiap sampel radiofarmaka menggunakan fasa gerak dan fasa diam yang berbeda, tergantung sifat-sifat kimia dari masing-masing senyawa yang terdapat dalam sampel radiofarmaka disesuaikan dengan hasil penelitian sebelumnya,<sup>8,9,10</sup> seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Kertas kromatografi dan lapis tipis ditandai setiap 1 cm dengan pensil dan diberi nomor -1, 0, 1, 2, 3, sampai 10. Sampel radiofarmaka ditotolkan pada kertas kromatografi dan lapis tipis tepat pada titik nol. Proses kromatografi dilakukan hingga fasa gerak mencapai titik 10. Kertas kromatografi

dan lapis tipis hasil kromatografi dikeringkan di dalam oven.

## 2.3 Pencacahan Radioaktivitas Menggunakan Radio-TLC Scanner

Kertas dan lapis tipis hasil kromatografi yang telah kering, diletakkan di atas *sample plate*, dengan jarak masing-masing sampel 2 cm. *Sample plate* yang telah berisi sampel kertas dan lapis tipis dibungkus rapih dengan *plastic wrap*, kemudian diletakkan di atas tempat sampel *radio-TLC scanner*.

Pencacahan dilakukan selama 1 menit pada setiap potongan sampel (1×10 cm), dengan pengaturan alat pada *channel 256*, lebar kolimator 10 mm (tipe kolimator *high efficiency*) dan jumlah *line* yang disesuaikan dengan jumlah potongan sampel pada *sample plate* (maksimal 6 potong). *Radio-TLC Scanner* yang digunakan harus diverifikasi menggunakan *standard plate* Carbon-14 seperti pada buku manual [11]. Pada masing-masing potongan sampel diletakkan *pointer* yang diposisikan pada bagian tengah potongan sampel. Persentase setiap puncak dari sampel dapat langsung diketahui dari tabel *Regions* yang ada pada tampilan program *Winscan V3*.

Pada penelitian sebelumnya, pencacahan dilakukan dengan menggunakan pencacah gamma *single channel analyzer* dan diperoleh posisi puncak radioaktivitas yang terdeteksi relatif sama dengan puncak radioaktivitas yang dideteksi pencacah *radio-TLC scanner* [8-10].

Apabila persentase dari masing-masing pengotor telah diketahui, maka kemurnian radiokimia dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1):

$$\%^{99m}\text{Tc-Radiofarmaka} = 100\% - \%(^{99m}\text{Tc-Tereduksi} + ^{99m}\text{Tc-Bebas}) \quad (1)$$

## 2.4 Pencacahan Radioaktivitas Menggunakan Pencacah Gamma Single Channel Analyzer (SCA)

Kertas dan lapis tipis hasil kromatografi yang sebelumnya telah dicacah menggunakan *radio-TLC scanner*, kemudian dipotong setiap 1 cm untuk dicacah menggunakan SCA seperti pada penelitian sebelumnya [8-10]. Setiap potongan sampel yang berukuran 1×1 cm dicacah dengan menggunakan SCA, sehingga diperoleh nilai cacahan dari setiap potongan sampel. SCA diatur pada kondisi tertentu, seperti *High Voltage* (HV) sebesar 750 Volt, *Window* 0,6, *Lower Level* 1,9 dan waktu pencacahan setiap potongan sampel selama 4 detik.

Dari pencacahan menggunakan SCA, diperoleh nilai cacahan (cps) dari masing-masing potongan kertas dan lapis tipis, mulai dari titik -1, 0, 1, sampai 10. Persentase pengotor radiokimia ditentukan berdasarkan perbedaan dari nilai *Retardation factor* (Rf) dari masing-masing senyawa yang terdapat dalam sampel radiofarmaka.

Persentase pengotor radiokimia <sup>99m</sup>Tc-Tereduksi dari ketiga sampel radiofarmaka dapat diperoleh dari hasil kromatografi sistem B, D, dan F (Tabel 1) dengan menggunakan persamaan (2):

$${}^{99m}\text{Tc} - \text{Tereduksi} = \frac{\text{cacahan } {}^{99m}\text{Tc-Tereduksi}}{\text{cacahan total}} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

Cacahan <sup>99m</sup>Tc-Tereduksi = (Rf = 0)

Cacahan total = cacahan (Rf = 0) + cacahan (Rf = 0,9-1)

Persentase pengotor radiokimia <sup>99m</sup>Tc-Bebas diperoleh dari hasil kromatografi sistem A, C, dan E (Tabel 1) dengan menggunakan persamaan (3):

$${}^{99m}\text{Tc} - \text{Bebas} = \frac{\text{cacahan } {}^{99m}\text{Tc-Bebas}}{\text{cacahan total}} \times 100\% \quad (3)$$

Keterangan:

Cacahan <sup>99m</sup>Tc-Bebas = (Rf = 0,9-1)

Cacahan total = cacahan (Rf = 0) + cacahan (Rf = 0,9-1)

Setelah diperoleh persentase dari masing-masing pengotor, maka kemurnian radiokimia dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan (1).

## 2.5 Persamaan Koefisien Korelasi Pearson (r)

Untuk mengetahui keeratan hubungan linier antara dua variabel, dimana variabel pertama yaitu data hasil pencacahan *radio-TLC scanner* (X) dan variabel kedua yaitu data hasil pencacahan SCA (Y) menggunakan sampel yang sama dengan skala data interval atau rasio, maka digunakan

persamaan koefisien korelasi *Pearson* (r) sebagaimana persamaan (4) [12]:

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} \quad (4)$$

Keterangan:

$X_i$  = variabel hasil cacahan *radio-TLC scanner*

$Y_i$  = variabel hasil cacahan SCA

n = jumlah data

## 2.6 Uji Statistik t

Untuk menentukan apakah hasil kemurnian radiokimia yang diperoleh dari *radio-TLC scanner* dan SCA tidak berbeda nyata, maka digunakan uji statistik *t*, pada tingkat kepercayaan 95% dengan persamaan (5) [13]:

$$t_{hitung} = \frac{|\bar{d}| \sqrt{n}}{S_d} \quad (5)$$

Keterangan:

$\bar{d}$  = rata-rata selisih kemurnian radiokimia hasil cacahan *radio-TLC scanner* dan SCA

n = jumlah sampel

$S_d$  = standar deviasi dari selisih kemurnian radiokimia hasil cacahan *radio-TLC scanner* dan SCA

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada kegiatan ini, dilakukan penentuan kemurnian radiokimia dari tiga sampel radiofarmaka, yaitu <sup>99m</sup>Tc-Kanamycin, <sup>99m</sup>Tc-Etambutol dan <sup>99m</sup>Tc-G-6-P menggunakan metode kromatografi kertas dan lapis tipis. Radiofarmaka yang digunakan sebagai sampel merupakan radiofarmaka yang masih dalam status penelitian maupun pengembangan di PSTNT-BATAN, sehingga mempunyai kualitas yang berbeda. Variasi jenis dan kualitas sampel ini dimaksudkan untuk melihat kesesuaian antara hasil pencacahan SCA dan *radio-TLC scanner* pada sampel dengan kemurnian radiokimia bervariasi.

Senyawa yang biasanya sering dianggap sebagai pengotor radiokimia dalam suatu radiofarmaka yaitu <sup>99m</sup>Tc-Bebas dan <sup>99m</sup>Tc-Tereduksi. Berdasarkan hal tersebut, maka dibuat sistem kromatografi yang dapat memisahkan masing-masing pengotor dengan cara menggunakan fasa diam dan fasa gerak yang sesuai seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Nilai Rf radiofarmaka <sup>99m</sup>Tc-Kanamycin, <sup>99m</sup>Tc-Etambutol dan <sup>99m</sup>Tc-G-6-P serta pengotor radiokimia dari hasil pemisahan menggunakan beberapa macam sistem kromatografi**

Sampel	Sistem Kromatografi	Hasil Pemisahan (Rf)		
		<sup>99m</sup> Tc-Bebas	<sup>99m</sup> Tc-Tereduksi	<sup>99m</sup> Tc-Radiofarmaka
<sup>99m</sup> Tc-Kanamycin	A	1,0	0,0	0,0
	B	1,0	0,0	0,9 – 1,0
<sup>99m</sup> Tc-Etambutol	C	1,0	0,0	0,0
	D	1,0	0,0	0,9 – 1,0
<sup>99m</sup> Tc-G-6-P	E	1,0	0,0	0,0
	F	1,0	0,0	0,9 – 1,0

Sumber: Data penelitian [8-10]

Pada pemisahan kromatografi kertas maupun lapis tipis, senyawa-senyawa dalam sampel radiofarmaka terpisah berdasarkan kecepatan migrasi dari masing-masing senyawa. Proses kromatografi pada umumnya dihentikan sebelum fasa gerak melewati seluruh permukaan fasa diam. Migrasi dari masing-masing senyawa sampel ditentukan dengan menghitung nilai Rf [14,15]. Pada Tabel 2 terlihat bahwa <sup>99m</sup>Tc-Bebas mempunyai nilai Rf=1 pada setiap sistem kromatografi, hal ini dikarenakan <sup>99m</sup>Tc-Bebas bermigrasi dengan kecepatan yang sama dengan kecepatan fasa gerak. Sedangkan untuk <sup>99m</sup>Tc-Tereduksi mempunyai nilai Rf=0 pada semua sistem kromatografi yang disebabkan tertahannya <sup>99m</sup>Tc-Tereduksi pada posisi titik awal di permukaan fasa diam (tidak bergerak sama sekali dari titik awal penotolan), hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya [8-10].

Untuk <sup>99m</sup>Tc-Radiofarmaka, baik <sup>99m</sup>Tc-Kanamycin, <sup>99m</sup>Tc-Etambutol maupun <sup>99m</sup>Tc-G-6-P, ketiganya mempunyai nilai Rf yang berbeda, tergantung dari sistem kromatografi yang digunakan. Hal ini dikarenakan setiap sistem kromatografi dipilih agar dapat memisahkan setiap senyawa dalam sampel, sehingga nilai Rf <sup>99m</sup>Tc-Radiofarmaka berbeda dengan pengotor radiokimianya.

Kertas maupun lapis tipis hasil kromatografi yang akan dicacah menggunakan *radio-TLC scanner* tidak memerlukan preparasi lanjutan, hanya tinggal diletakkan di atas *sample plate* dan kemudian dibungkus dengan *plastic wrap*. Pembungkusan diperlukan untuk menghindari kontaminasi zat radioaktif dari sampel terhadap permukaan kolimator maupun permukaan *sample plate*. Adanya kontaminan zat radioaktif akan tercacah oleh detektor dan akan meningkatkan nilai cacahan, sehingga menghasilkan nilai cacahan dan posisi puncak yang keliru. Hal ini

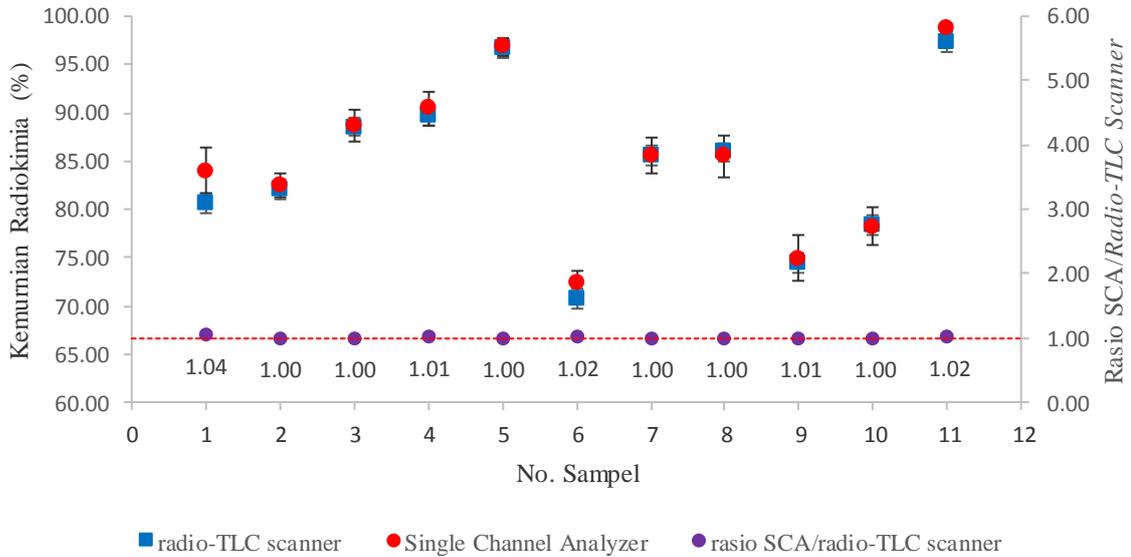
tentu saja dapat mempengaruhi persentase kemurnian radiokimia yang diperoleh.

Hasil pencacahan *radio-TLC scanner* berupa nilai cacahan (cpm) dan sudah dilengkapi persentase dari masing-masing puncak, dengan merujuk pada Tabel 2 mengenai nilai Rf dari masing-masing pengotor radiokimia, maka dapat diketahui persentase <sup>99m</sup>Tc-Bebas maupun <sup>99m</sup>Tc-Tereduksi. Setelah persentase pengotor radiokimia ditentukan, maka kemurnian radiokimia dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (1).

Berbeda dengan *radio-TLC scanner*, sampel kertas maupun lapis tipis hasil kromatografi harus dilakukan pemotongan terlebih dahulu dengan ukuran 1 x 1 cm, karena pencacahan dilakukan secara bertahap pada setiap potongan sampel. Hal ini dapat mengurangi akurasi dari pencacahan karena masing-masing potongan sampel dicacah pada waktu yang berbeda. Selain itu, proses pemotongan harus dilakukan secara teliti, karena ukuran sampel sangat berpengaruh pada hasil pencacahan. Dengan asumsi zat radioaktif bermigrasi merata pada setiap potongan, maka potongan sampel yang mempunyai luas lebih besar akan menghasilkan nilai cacahan lebih tinggi. Preparasi tambahan pada sampel yang akan dicacah menggunakan SCA membutuhkan waktu yang lebih lama apabila dibandingkan dengan *radio-TLC scanner* yang tidak membutuhkan preparasi sampel serupa.

Data hasil pencacahan SCA masih berupa data cacahan (cps), sehingga untuk mengetahui persentase masing-masing puncak perlu dilakukan pengolahan data menggunakan persamaan (1), (2) dan (3).

Hasil pencacahan kertas dan lapis tipis dari 6 sistem kromatografi menggunakan *radio-TLC scanner* memberikan rentang kemurnian radiokimia 70,74 – 97,38 %. Sedangkan hasil pencacahan kertas dan lapis tipis dari beberapa sis-



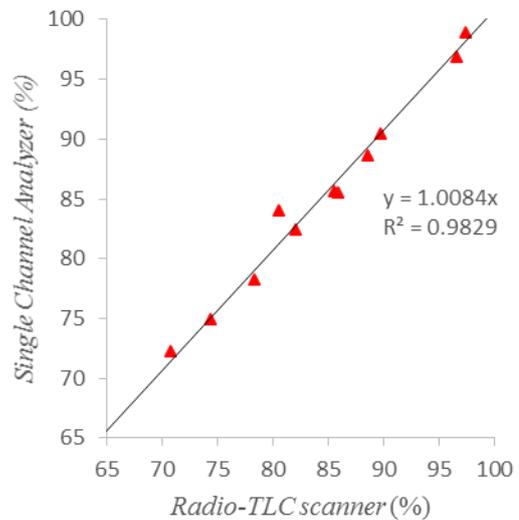
**Gambar 1.** Nilai persentase kemurnian radiokimia menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA

tem kromatografi menggunakan SCA memberikan rentang kemurnian radiokimia 72,31 – 98,88 %. Data hasil pencacahan radioaktivitas menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan bahwa hasil pencacahan kertas kromatografi menggunakan kedua alat memberikan rata-rata kemurnian radiokimia yang tidak jauh berbeda. Kemurnian radiokimia yang diperoleh dari masing-masing sampel radiofarmaka dengan menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA sebagian besar mendekati satu sama lainnya. Walaupun *radio-TLC scanner* dan SCA mempunyai jenis detektor radioaktif yang berbeda, dimana jenis detektor untuk *radio-TLC scanner* merupakan jenis detektor isian gas, sedangkan SCA mempunyai jenis detektor NaI(Tl), keduanya memberikan persentase kemurnian radiokimia yang relatif sama. Hal ini dikarenakan setiap puncak cacahan yang terdeteksi dibandingkan dengan puncak cacahan lain yang berasal dari potongan kertas kromatografi maupun lapis tipis yang sama. Sehingga profil cacahan dari setiap potongan kertas kromatografi atau lapis tipis tidak jauh berbeda.

Selain itu ditunjukkan juga perbandingan hasil penentuan kemurnian radiokimia dalam berbagai sampel radiofarmaka yang diperoleh menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA. Terlihat bahwa rasio persentase kemurnian radiokimia yang diperoleh dari hasil pencacahan menggunakan SCA yang dibandingkan terhadap *radio-TLC scanner* berada pada rentang 1,00 – 1,04.

Korelasi hasil pengukuran kemurnian radiokimia menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA ditunjukkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik korelasi hasil pengukuran kemurnian radiokimia menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA

Dengan menggunakan persamaan (4), dari data cacahan kedua alat diperoleh nilai koefisien korelasi *Pearson* ( $r$ ) sebesar 0,99, nilai tersebut menunjukkan bahwa hubungan linier antara kemurnian radiokimia yang diperoleh dari cacahan *radio-TLC scanner* dan SCA cukup erat. Selain itu dilakukan juga uji statistik  $t$  terhadap 11 sampel

menggunakan persamaan (5), diperoleh nilai  $t$  hitung sebesar 1,24 lebih kecil dari nilai  $t$  kritis tabel (2,23) pada tingkat kepercayaan 95%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kemurnian radiokimia yang diperoleh dari hasil pencacahan SCA maupun *radio-TLC scanner* tidak berbeda secara signifikan.

#### 4. KESIMPULAN

Hasil komparasi kemurnian radiokimia pada  $^{99m}\text{Tc}$ -Kanamycin,  $^{99m}\text{Tc}$ -Etambutol dan  $^{99m}\text{Tc}$ -G-6-P dengan menggunakan *radio-TLC scanner* dan SCA diperoleh nilai koefisien korelasi *Pearson* ( $r$ ) 0,99, serta nilai  $t$  hitung sebesar 1,24 lebih kecil dari nilai  $t$  kritis tabel (2,23) pada tingkat kepercayaan 95%. Dapat disimpulkan bahwa kedua alat tersebut menunjukkan hasil yang tidak berbeda secara signifikan, sehingga kedua alat dapat digunakan dengan baik dan saling melengkapi. Adapun kelebihan dari *radio-TLC scanner* yaitu penggunaan yang lebih praktis serta proses pencacahan yang lebih singkat.

#### 5. UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada rekan-rekan di kelompok Sintesis Senyawa Bertanda atas kontribusinya dalam pelaksanaan penelitian ini, serta Prof. Dr. rer.nat. Evvy Kartini atas bimbingannya dalam penulisan makalah ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

1. BORRÉ MC, TESÁN FC, LEONARDI NM, ZUBILLAGA MB, SALGUEIRO MJ. Validation of an Alternative Radiochemical Purity Method for [ $^{99m}\text{Tc}$ ] Pentetate ( $^{99m}\text{Tc}$ )DTPA). Appl Radiat Isot.82(2013)322–4. Available: <http://dx.doi.org/10.1016/j.apradiso.2013.09.007>
2. FARIA DP, BUCHPIGUEL CA, MARQUES FLN. Alternative Chromatographic System for The Quality Control of Lipophilic Technetium-99m Radiopharmaceuticals such as [ $^{99m}\text{Tc}$ (MIBI)6]<sup>+</sup>. J Med Biol Res. 48(10)(2015)1–6.
3. GARIBOV AG, Determination of Radiochemical Purity of Radioactive Microspheres by Paper Chromatography. J Chromatogr Sep Tech. 06(01)(2014)1–4. Available from: <http://omicsonline.org/open-access/determination-of-radiochemical-purity-of-radioactive-microspheres-by-paper-chromatography-2157-7064.1000258.php?aid=36478>
4. SAHA GB. Fundamentals of Nuclear Pharmacy. 6th ed. New York: Springer (2010).
5. LINDEGREN S, JENSEN H, JACOBSSON L. A Radio-High-Performance Liquid Chromatography Dual-Flow Cell Gamma-Detection System for On-Line Radiochemical Purity and Labeling Efficiency Determination. J.A.Chromatogr. 1337(2014)128–32. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2014.02.043>
6. MARTINS PDA, MOURA RG, SHIKI AM, FUKUMORI NTO, MATSUDA MMN. Determination of Radiochemical Yield Of  $^{99m}\text{Tc}$  Radiopharmaceutical Preparations Using Gamma Counter and Liner Radiochromatography Scanner. Int Nucl Atlatic (2013)
7. MIHON M, TUTA C, LEONTE R, ION AC, LAVRIC V, NICULAE D. An Improved Methodology for Determination of Radiochemical and Chemical Impurities in The Synthesis Process of 18F-FDG. Environment Eng Manag J.14(2)(2015)289–96.
8. WIDYASARI EM, ZAINUDDIN N. Penandaan Kanamycin dengan Radionuklida Teknesium-99m Sebagai Sediaan Untuk Deteksi Dini Penyakit Infeksi. J Ilm Apl Isot dan Radiasi. 9(2013)91–100.
9. KARTINI, NANNY K. Pengembangan Senyawa bertanda  $^{99m}\text{Tc}$ -etambutol untuk tuberkulosis. (Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknik Nuklir, 2005). p. 137–45.
10. KARTINI, NANNY K. Karakteristik Fisiko-Kimia dan Bioafinitas Tc-Glukosa-6-Fosfat Terhadap Jaringan Tumor Dalam Hewan Model. J Sains dan Teknol Nukl Indones. 15(1)(2014)19–34.
11. ANONIMOUS. Manual Book AR-2000 Imaging Scanner. Washington, USA: Bioscan; 2001.
12. PUTH M, NEUH M. Effective use of Pearson 's product e moment correlation coefficient. (2014)93.
13. HARVEY D. MODERN. "Analytic Chemistry". Kane KT, editor. McGraw Hill; (2000) 797.
14. HARRIS AB. Criteria for Resolution by Thin-Layer and Paper Chromatography. J Chromatogr.89(1974)343–5.
15. GIDDINGS, J. CALVIN, STEWART, GEORGE H., RUOFF AL. Zone Migration In Paper Chromatography. J.Chromatogr.3(1960)239–51.