

PEMBUATAN SENYAWA KOMPLEKS $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA UNTUK INJEKSI AIR (WATER FLOODING) DALAM SUMUR MINYAK

Duyeh Setiawan

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri, BATAN, Jl. Tamansari No.71, Bandung, 40132

ABSTRAK

PEMBUATAN SENYAWA KOMPLEKS $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA UNTUK INJEKSI AIR (WATER FLOODING) DALAM SUMUR MINYAK. Selama ini penggunaan radioisotop dengan umur paro medium dan energi gamma rendah menjadi pilihan utama di bidang industri minyak. Radioisotop kobal-58 (^{58}Co) mempunyai umur paro, $T_{1/2} = 71,3$ hari dan energi gamma, $E_{\gamma} = 0,811$ MeV dapat memenuhi kriteria dari radioisotop yang akan dikembangkan dalam bentuk senyawa kompleks untuk tujuan aplikasi teknik nuklir sebagai radioperunut di bidang industri minyak. Produksi minyak akan menurun di sumur persediaan minyak disebabkan perubahan tekanan hidrostatik formasi lapisan minyak dalam sumur tersebut. Studi injeksi air (water flooding) biasanya digunakan untuk meningkatkan recovery minyak dengan cara memberikan tekanan hidrostatik ke dalam formasi lapisan minyak sehingga menyebabkan penambahan daya produksi minyak. Pemantauan injeksi air digunakan senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA sebagai perunut radioaktif untuk penentuan waktu penerobosan di dalam sumur produksi. Untuk pengadaan perunut tersebut telah dilakukan pembuatan senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA dari campuran larutan $^{58}\text{CoCl}_2$ dengan garam Na_2EDTA pada kondisi optimum perbandingan mol (2 : 1), pH 2, proses reaksi pemanasan dalam otoklaf pada tekanan 1 atmosfer (15 psi ≈ 120 °C) selama 1 jam dan pemurnian menggunakan resin penukar kation Dowex-50. Spesifikasi produk akhir senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA diperoleh hasil sebesar 94,75 %, kemurnian radionuklida lebih besar 70 %. Kesimpulan yang diperoleh bahwa senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA dapat dikuasai pembuatannya sehingga pelayanan radioisotop sebagai radioperunut dapat terpenuhi sesuai ketentuan untuk bidang industri.

Kata kunci : Injeksi air, radioperunut, $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA, industri

ABSTRACT

THE PRODUCTION OF $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA COMPLEX COMPOUND FOR WATER FLOODING IN OIL WELLS. Nowadays the usage of radioisotopes with a medium half life and low gamma energy become more preferred especially in oil industry field. Radioisotope ^{58}Co having a half life of 71.3 day and gamma energy of 0.811 MeV represent one of the radioisotope which is developed for the production of complex compounds which is compatible to be used for the nuclear techniques purpose of radiotracer in oil industrial field. The production of oils will decrease in stock oil wells, because change of the oil layer formation hydrostatic pressures. Fluida injection (water flooding) study, generally purpose for oil recovery with hydrostatic pressures method in oil layer formation until force additional oil from production wells. Monitoring of water flooding used $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA complex compound as radioactive tracer for determination the time breakthrough in production wells. For the supplying of radioactive tracer mentioned carry out the production of $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA complex compound of $^{58}\text{CoCl}_2$ mixture solution with Na_2EDTA salt at optimum condition mol ratio (2:1), pH 2 by heating process at the autoclaved at 1 atmosphere (15 psi) for about 1 hour and the solution is then passed over Dowex-50 cation exchange resin. The $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA complex compound specification of finish production results the yield averages to about 94.75%, radionuclide purities more than 70%. The conclusion that, $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA complex compound could be able of production into purpose for radioisotope service as radiotracer to realization appropriate certain for the oil industrial field.

Key word : Water flooding, radiotracer, $^{58}\text{Co(II)}$ -EDTA, industrial

1. PENDAHULUAN

Beberapa masalah di bidang industri minyak dapat diselesaikan dengan memanfaatkan teknik nuklir menggunakan perunut radioaktif. Masalah tersebut diantaranya adalah kebocoran pipa saluran minyak yang terpendam didalam tanah, penentuan lokasi penerobosan di dalam sumur produksi dan penentuan waktu penerobosan injeksi air (*water flooding*) ke dalam sumur produksi. Jumlah minyak dari sumur produksi secara terus menerus akan menurun, kondisi seperti ini disebabkan perubahan pada tekanan formasi lapisan tanah. Problem ini dapat diatasi dengan menginjeksikan air ke dalam sumur minyak melalui sumur lain pada jarak tertentu. Injeksi air dalam suatu daerah produksi dikenal sebagai *water flooding* yang diharapkan air tersebut sampai di sumur produksi dan mampu meningkatkan mobilitas minyak karena kenaikan tekanan pada formasi lapisan minyak. Waktu yang dibutuhkan air untuk menerobos formasi lapisan minyak disebut waktu penerobosan (*time breakthrough*) yaitu sebagai parameter penting untuk memecahkan masalah peningkatan produktivitas minyak. Proses pengamatan terhadap perjalanan injeksi air dipakai metode konvensional dengan menggunakan garam litium, iodium, ion klorida dan nitrat sebagai perunut kimia. Akan tetapi kelemahan metode ini sering mengalami kesulitan dalam membedakan antara jumlah perunut kimia yang diinjeksikan dengan kandungan senyawa kimia yang dihasilkan oleh sumur produksi. Kelemahan lain adalah faktor biaya yang relatif mahal walaupun dari faktor keselamatan kerja tidak memerlukan penanganan khusus. Teknik nuklir dengan menggunakan isotop radioaktif sebagai perunut dalam injeksi air dapat menyelesaikan kelemahan cara konvensional dengan beberapa keuntungan seperti diantaranya dapat dideteksi dengan mudah pada konsentrasi rendah, sedikit diserap oleh matriks reservoir, mudah larut dalam air dan sulit larut dalam minyak, biaya relatif murah walaupun memerlukan perhatian khusus terhadap masalah keselamatan kerja [1].

Penentuan waktu penerobosan cara metode radioperunut dilakukan dengan menginjeksikan air yang dicampur perunut isotop radioaktif melalui didorong oleh pompa bertekanan tinggi di sumur injeksi, dan di sumur produksi diisap oleh pompa secara terus menerus. Minyak yang dihasilkan dari sumur produksi diamati secara periodik melalui pengukuran keradioaktifan perunut sampai diperoleh aktivitas lebih besar dari aktivitas latarbelakang yang dapat dibedakan secara statistik. Pemilihan jenis isotop radioaktif

sebagai perunut sangat tergantung kepada lama estimasi waktu penerobosan yang berhubungan dengan umur paro isotop yang digunakan.

Isotop radioaktif yang sering digunakan sebagai perunut untuk estimasi waktu penerobosan kurang dari 30 hari adalah $K^{82}Br$ ($T_{1/2} = 35,34$ jam), $Na^{131}I$ ($T_{1/2} = 8$ hari), ^{51}Cr -EDTA ($T_{1/2} = 27,7$ hari). Menurut hasil evaluasi di lapangan masih diperlukan isotop radioaktif untuk estimasi waktu penerobosan lebih lama dari 30 hari. Oleh karena itu dalam percobaan ini akan dilakukan pembuatan senyawa kompleks $^{58}Co(II)$ -EDTA ($T_{1/2} = 71,3$ hari) yang diharapkan dapat mencapai tujuan penggunaan teknik nuklir dibidang industri minyak dengan memanfaatkan umur paro radioisotop kobal-58 yang lebih dari 30 hari. Sejauh ini senyawa tersebut masih dalam tahap pembuatan dan perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari karakteristik yang memenuhi persyaratan sebagai radioperunut. Senyawa kompleks $^{58}Co(II)$ -EDTA dibuat dari campuran senyawa $^{58}CoCl_2$ dengan Na_2EDTA melalui proses pemisahan dengan resin penukar ion. Kondisi optimum serta uji kualitas untuk pembuatan senyawa kompleks $^{58}Co(II)$ -EDTA dilakukan berdasarkan pembuatan senyawa kompleks non radioaktif dengan tujuan untuk mengurangi risiko paparan radiasi.

2. TATA KERJA

2.1. Bahan dan peralatan

Bahan-bahan kimia yang digunakan semuanya buatan E.Merck dengan kemurnian tingkat analitis adalah kobal(II) klorida heksahidrat, aseton, metanol, etanol, dietileter, Na_2EDTA , nikel oksida, asam klorida, Dowex-1 x 8 buatan Fluka, Dowex-50, 100-200 mesh bentuk kation Na^+ buatan Fluka. Sedangkan peralatan yang digunakan adalah spektrofotometer serapan atom merek GBC-932-AA, infra merah merek Perkin-Elmer 1310, *dose calibrator* merek *Deluxe Isotope Calibrator II*, *melting point*, spektrometer gamma dengan detektor HPGe, dan perangkat gelas laboratorium lainnya.

2.2. Pembuatan senyawa kompleks kobal(II)-EDTA

2.2.1. Senyawa kompleks kobal(II)-EDTA non radio-aktif

Kedalam 7 buah vial berukuran 50 mL ditimbang $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ masing-masing sebanyak 1,00 g (4,23 mmol), 0,92 g (3,89 mmol), 0,97 g

(4,11 mmol), 0,98 g (4,14 mmol), 0,95 g (3,99 mmol), 0,97 g (4,11 mmol), 1,10 g (4,64 mmol) kemudian dilarutkan dalam 10 mL air dan diatur pH 2. Kemudian ditambahkan secara bervariasi larutan garam dinatrium EDTA masing-masing sebanyak 0,20g (0,55mmol), 0,40g (1,08mmol), 0,60g (1,62mmol), 0,80g (2,15mmol), 1,00 g (2,69mmol), 1,20 g (3,23 mmol), 1,40g (3,76mmol) yang dilarutkan dalam 10 mL air dan diatur pH 5. Setelah larutan campuran tersebut dikondisikan lingkungannya menjadi pH 2, selanjutnya vial ditutup (*seal*) lalu dipanaskan dalam *autoclave* pada tekanan 1 atmosfer (15 psi) selama 1 jam. Larutan dibiarkan selama 24 jam, lalu masing-masing dilewatkan ke kolom resin penukar ion (5 gram Dowex-50, ukuran partikel 100-200 *mesh*, bentuk kation Na^+) dalam panjang kolom 8 cm (ϕ_{out} , 2 cm x ϕ_{in} , 1,5 cm). Filtrat hasil elusi kemudian dibiarkan pada temperatur kamar sampai terbentuk kristal berwarna putih keunguan dan dipisahkan dengan cara penyaringan. Kristal dikeringkan lalu dikarak-terisasi melalui penentuan titik leleh dan spektrum infra merah (IR). Sedangkan kadar kobal dari filtrat ditentukan menggunakan alat spektrofotometer serapan atom (AAS).

2.2.2. Penentuan kadar kobal dengan cara AAS

Penentuan kadar kobal cara kuantitatif dilakukan dengan membandingkan terhadap larutan standar kobal yang dibuat dari senyawa kobal (II) klorida heksahidrat p.a dalam pelarut air. Konsentrasi larutan standar mula-mula dibuat 2000 ppm dengan cara menimbang 4,04 gram kobal (II) klorida heksahidrat p.a dan melarutkannya dengan air sehingga volume larutan tepat 500 mL. Konsentrasi larutan standar yang diukur dibuat dengan cara mengencerkan larutan yang berkonsentrasi 2000 ppm tersebut menjadi 1ppm, 2ppm, 4ppm. Masing-masing konsentrasi yang dibuat kemudian diukur spektra AAS dengan kondisi percobaan sebagai berikut : panjang gelombang maksimum=240,7nm, tekanan udara=1,5kg/cm², tekanan asetilen = 0,45kg/cm², laju udara = 10,5L/min, laju asetilen =1,5 L/min, tinggi nyala= 2,0 mm.

2.2.3. Senyawa kompleks kobal (II)-EDTA radioaktif

Sebanyak 100 mg sasaran NiO dalam ampul kuarsa dimasukkan ke dalam kontiner aluminium lalu disinari dengan neutron dalam reaktor TRIGA 2000 Bandung pada fluks > 10¹³ n.cm⁻².s⁻¹ selama 3 hari. Sasaran yang telah disinari lalu

dilarutkan dalam HCl dan ⁵⁸CoCl₂ yang terbentuk dipisahkan melalui Dowex-1 x 8 dalam lingkungan pH 2 [2,3]. Pembuatan senyawa kompleks kobal (II) – EDTA radioaktif dibuat berdasarkan kondisi optimum senyawa kompleks non radioaktif, yaitu sebanyak 7 vial berukuran 50 mL masing-masing berisi larutan CoCl₂.6 H₂O (0,98 g ≈ 4,14 mmol dalam 10 mL air dan diatur pH 2) dan konsentrasi radioaktif dari ⁵⁸CoCl₂ dengan aktivitas antara 0,5–1,0 mCi. Kemudian larutan campuran tersebut ditambah larutan garam dinatrium EDTA (0,99g≈ 2,65 mmol dalam 10 mL air dan diatur pH 5). Setelah larutan campuran dikondisikan menjadi pH 2 selanjutnya vial ditutup (*seal*) lalu dipanaskan dalam *autoclave* pada tekanan 1 atmosfer (15 psi) selama 1 jam. Kemudian dibiarkan selama 24 jam, lalu masing-masing larutan dilewatkan melalui kolom resin penukar ion (5 gram Dowex-50, ukuran partikel 100-200 *mesh*, bentuk kation Na^+) dengan panjang kolom 8 cm (ϕ_{out} , 2 cm x ϕ_{in} , 1,5 cm). Filtrat hasil elusi kemudian dibiarkan pada temperatur kamar sampai terbentuk kristal berwarna putih keunguan dan dipisahkan dengan cara penyaringan. Kristal yang diperoleh adalah kompleks ⁵⁸Co(II)-EDTA diukur aktivitas radioaktifnya dengan *dose calibrator* [4].

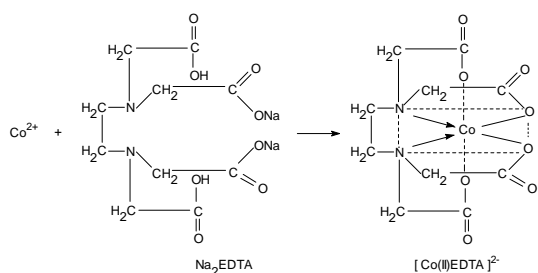
2.2.4. Penentuan kemurnian radionuklida kompleks ⁵⁸Co(II)-EDTA menggunakan spektrometri gamma

Sebanyak 10 µl cuplikan senyawa kompleks ⁵⁸Co(II)-EDTA ditetaskan pada planset aluminium, dan kemudian dipanaskan pelan-pelan dibawah nyala lampu 250 watt sampai kering. Selanjutnya planset aluminium tersebut di cacah dengan menggunakan perangkat spektrometri gamma detektor HPGe selama 5 menit. Puncak sinar gamma yang dihasilkan diidentifikasi berdasarkan acuan energi radioisotop [5].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Senyawa kompleks kobal (II)-EDTA non radioaktif

Reaksi antara senyawa ion logam kobal (II) dengan ligan EDTA menghasilkan senyawa kompleks berwarna ungu muda kemerahan berbentuk kristal yang mudah larut dalam air. Reaksi yang terjadi dalam pembentukan senyawa kompleks tersebut diusulkan seperti Gambar 1 dibawah ini [6, 7] :



Gambar 1. Reaksi pembentukan kompleks [Co(II)EDTA]²⁻

Gambar 1 menunjukkan struktur kompleks Co(II)EDTA merupakan hasil koordinasi antara ligan EDTA dengan ion kobal (Co^{2+}). Ion kobal terikat secara koordinasi dengan hasil perolehan sepasang elektron dari atom oksigen (dari gugus hidroksida) yang sudah terprotonasi terlebih dahulu. Oleh karena itu selain atom nitrogen sebagai donor elektron dalam EDTA, ternyata atom oksigen juga berfungsi sebagai ligan, hal ini dapat terjadi karena atom oksigen mempunyai pasangan elektron bebas yang bisa didonorkan kepada ion kobal (II).

3.2. Penentuan titik leleh senyawa kompleks Co(II)EDTA

Karakterisasi senyawa kompleks Co(II)EDTA dilakukan melalui pengukuran titik leleh dengan alat *melting point*. Hasil pengukuran titik leleh seperti disajikan pada Tabel 1.

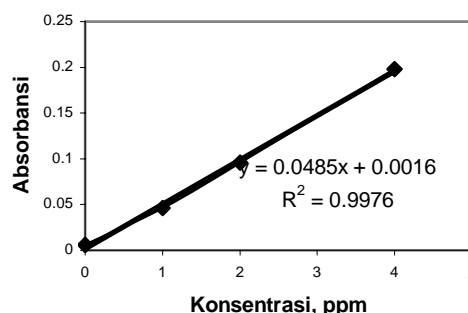
Tabel 1. Hasil pengukuran titik leleh

Nomor Percobaan	Cuplikan	Titik leleh (°C)
1	Kristal	238
2	Kristal	238
3	Kristal	240
4	Kristal	238
5	Kristal	240
6	Kristal	240
7	Kristal	240

Tabel 1 data hasil 7 kali percobaan diperoleh titik leleh senyawa kompleks kobal (II)–EDTA antara 238 – 240°C. Titik leleh yang tajam dari senyawa kompleks kobal (II)–EDTA menunjukkan bahwa senyawa tersebut adalah murni.

3.3. Penentuan kadar kobal dengan cara AAS

Kandungan kobal dalam senyawa kompleks kobal (II)–EDTA ditentukan dengan cara spektrofotometri serapan atom (AAS). Berdasarkan hukum Lambert–Beer, pada rentang serapan yang linier konsentrasi zat yang dianalisis sebanding dengan jumlah serapan sinar dari unsur yang mengalami pengamatan. Oleh karena itu penentuan kadar kobal dalam senyawa kompleks yang dibuat dapat dilakukan dengan cara membuat kurva standar dari senyawa kobal pada konsentrasi yang memberi serapan linier. Setelah itu serapan yang diperoleh dari larutan cuplikan dikonversikan pada kurva standar sehingga diperoleh konsentrasinya. Kurva standar tersebut disajikan pada Gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2. Kurva standar larutan kobal (II)

Tabel 2. Hasil pengukuran absorbansi dan perhitungan konsentrasi kobal dalam senyawa kompleks Co(II)-EDTA

No	Abs.	Kon. Peng (ppm)	Kon. Total (ppm)	Berat Co (mg) dalam :	
				Filtrat	Co(II)-EDTA
1	2	3	4	5	6
1	0,067	1,433	1433	28,66	219,01
2	0,066	1,395	1395	27,90	200,17
3	0,046	0,983	983	19,66	221,48
4	0,024	0,513	513	10,26	232,27
5	0,037	0,796	796	15,92	218,12
6	0,087	1,840	1840	36,80	204,29
7	0,109	2,277	2277	45,54	226,34

Keterangan Tabel 2 :

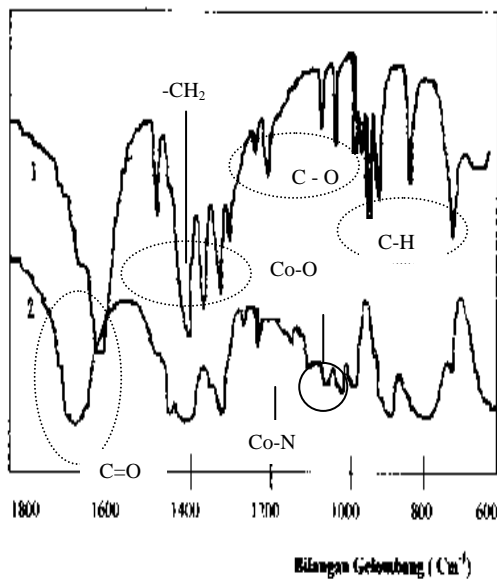
Kolom 1 = Nomor percobaan (No), Kolom 2 = Absorbansi (Abs), Kolom 3 = Konsentrasi pengukuran (Kon. Peng), Kolom 4 = Konsentrasi Total (Kon.Total) setelah pengenceran 1000 kali, Kolom 5 = Berat kobal dalam 20 ml filtrat, Kolom 6 = Berat kobal dalam Co-EDTA (selisih banyaknya kobal yang ditimbang dengan kobal dalam filtrat hasil pengukuran).

Kurva standar pada Gambar 2 diperoleh persamaan garis lurus ($y = 0,0485 x + 0,0016$) yang digunakan untuk menghitung konsentrasi kobal (x) berdasarkan absorban (y) dari hasil pengukuran spektra AAS masing-masing cuplikan senyawa kompleks Co(II)-EDTA. Hasil selengkapnya pengukuran absorban dan hasil perhitungan konsentrasi kobal seperti disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 menunjukkan berat kobal yang terkandung dalam senyawa kompleks Co(II)-EDTA paling banyak sebesar 232,27 mg. Hasil tersebut diperoleh dari perbandingan mol $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} : \text{Na}_2\text{EDTA}$ adalah 2:1 dan sekaligus merupakan kondisi optimum pembentukan senyawa kompleks kobal(II)-EDTA.

3.4. Analisis senyawa kompleks Co(II)EDTA dengan cara spektroskopi infra merah

Karakterisasi senyawa kompleks Co(II)-EDTA dengan menggunakan teknik spektroskopi infra merah diperoleh spektrum seperti nampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Spektrum infra merah senyawa : (1) ligan EDTA, (2) Kompleks Co(II)-EDTA

Gambar 3 menunjukkan perubahan yang signifikan dari spektrum ligan pada saat berkoordinasi dengan ion Co(II) yaitu terjadi pergeseran jenis gugus C = O. Gugus ini dalam ligan muncul pada daerah 1650 cm^{-1} , sedangkan setelah berkoordinasi dengan Co(II) terjadi

pergeseran bilangan gelombang sebesar 70 cm^{-1} yaitu muncul di daerah 1720 cm^{-1} . Hal ini dapat dijadikan bukti keikutsertaan gugus C = O dalam pembentukan senyawa kompleks Co(II)EDTA. Pita absorpsi ulur C–O pada 1020 cm^{-1} , 1060 cm^{-1} , 1205 cm^{-1} , dan 1235 cm^{-1} yang muncul dalam spektrum ligan, ternyata tidak muncul pada spektrum senyawa kompleks. Hal ini diduga atom oksigen yang terikat pada gugus karboksilat berikatan kovalen koordinatif dengan ion Co(II). Senyawa ligan EDTA baik yang mengandung logam maupun bebas logam pengompleks, mempunyai puncak serapan infra merah yang umumnya mirip satu sama lain. Akan tetapi apabila terdapat logam pengompleks yang berbeda biasanya terjadi pergeseran puncak serapan yang khas untuk setiap atom logam, terutama di daerah $900\text{--}1500 \text{ cm}^{-1}$. Gambar 3 menunjukkan pergeseran bilangan gelombang menurut jenis gugus fungsi dari senyawa ligan dan kompleks. Hasil analisis spektrum infra merah kompleks Co(II)EDTA dan ligan EDTA seperti yang dirangkum dalam Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis spektrum infra merah dari kompleks Co(II)-EDTA dan EDTA

Jenis gugus fungsi	Kompleks Co(II)-EDTA	Ligan EDTA
	Bilangan gelombang Cm^{-1}	
Ulur C = O	1720	1650
Tekuk $-\text{CH}_2-$	1450	1500
Ulur Co – N	1230	-
Ulur Co – O	1150	-
Ulur C – O	970 ~ 1100	1020 ~ 1200
Tekuk C – H	710 ~ 870	710 ~ 930

Tabel 3 menunjukkan serapan puncak yang karakteristik pada 1150 cm^{-1} berasal dari vibrasi ulur Co–O dan puncak serapan pada 1230 cm^{-1} diduga berasal dari vibrasi ulur Co–N akibat terjadi ikatan kovalen koordinatif dalam senyawa kompleks Co(II)-EDTA.

3.5. Senyawa kompleks kobal(II)-EDTA radioaktif

Percobaan dilakukan berdasarkan kondisi optimum dalam pembuatan senyawa kompleks non radioaktif dengan perbandingan mmol kobal dan mmol EDTA (2:1), lingkungan pH 2. Hasil percobaan pengukuran keradioaktifan dari senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$ diperoleh persentase yield dirangkum seperti dalam Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Yield senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$

No	Percobaan		Aktivitas ^{58}Co (mCi)		Yield (%)
	Co (g)	ED (g)	Awal	Akhir	
	1	2	3	4	
1	0,96	0,98	0,83	0,72	86,75
2	0,96	0,99	0,60	0,57	90,48
3	0,96	0,99	1,14	1,11	97,37
4	0,96	0,98	0,66	0,59	89,40
5	0,96	0,98	0,55	0,54	98,18
6	0,96	0,98	0,80	0,78	97,50
7	0,96	0,99	1,15	1,14	99,13

Keterangan :

Kolom 1 : Co = $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$, Kolom 2 : ED = Na_2EDTA ,
Kolom 5 : kolom 4 / kolom 3 x 100 %

Tabel 4 menunjukkan senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$ hasil percobaan mempunyai persentase Yield rata - rata 94,75 %.

3.6. Penentuan kemurnian radionuklida senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$

Spektrum sinar gamma senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$ ditunjukkan pada Gambar 4., dalam bentuk linier dari radioisotop ^{58}Co yang mempunyai energi gamma spesifik, $E_\gamma = 810,7$

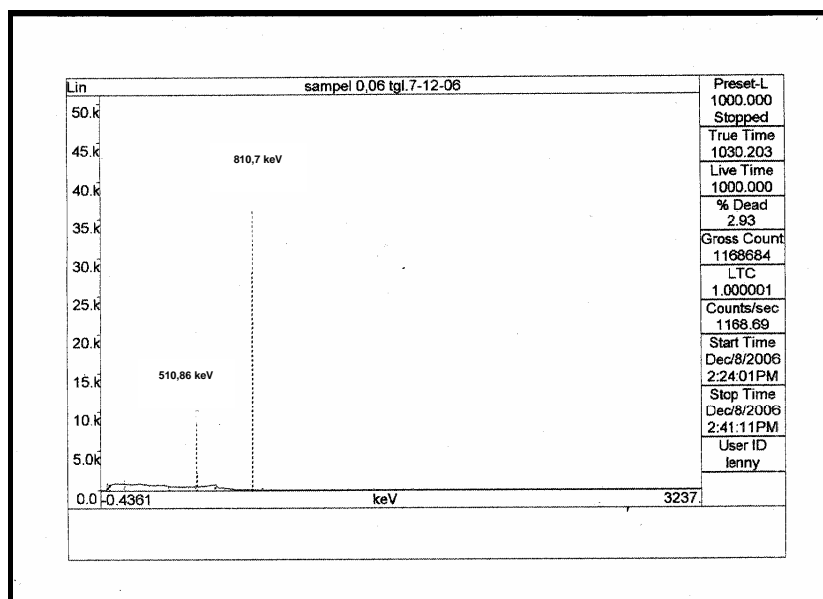
keV (145,6 cps) dan $E_\gamma = 510,86$ keV (62,33 cps) dari hasil proses anihilasi. Perbandingan keradioaktifan suatu radionuklida terhadap jumlah keradioaktifan keseluruhan menyatakan kemurnian radionuklida yang bersangkutan. Hasil perhitungan keradioaktifan dari radionuklida dalam senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$ diperoleh kemurnian radionuklida diatas 70 %.

4. KESIMPULAN

Hasil percobaan diperoleh produk akhir senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$ berbentuk kristal berwarna putih keunguan yang mudah larut dalam air, mempunyai titik leleh antara 238–240°C. Persentase hasil senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$ sebesar 94,75%, dengan kemurnian radionuklida diatas 70%. Disimpulkan bahwa senyawa kompleks $^{58}\text{Co(II)-EDTA}$ tersebut dapat dibuat dan dipergunakan sebagai radioperunut untuk injeksi air dalam sumur minyak.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Saudari Maharani mahasiswi Jurusan Kimia UNPAD yang telah membantu dalam penelitian ini.



Gambar 4. Spektrum sinar gamma kompleks $^{58}\text{Co-EDTA}$

6. DAFTAR PUSTAKA

1. **SUPRATMAN, INDROJONO, DJIONO,** Penentuan waktu penerobosan dalam sumur minyak dengan metode perunut radioaktif, Proceeding PAIR-BATAN, (1995), 191–198.
2. **IAEA TECDOC-134,** Manual for reactor produced radioisotopes. Viena, IAEA, 2003. p. 41
3. **SETIAWAN, D.,** Metode pembuatan radioisotop kobal-58 (^{58}Co) melalui reaksi $^{58}\text{Ni}(n,p)^{58}\text{Co}$, Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia (Indonesian Journal of Nuclear Science and Technology), Vol.VIII, No.1, (2007), 29-39.
4. **NAIR, V.C., BALASUBRAMANIAN, K.R., KULKARNI, R.J., RAMAS-**
5. **WAMY, A.N and MURTHY, T.S.,** Methods of preparation of a few radioisotope labelled industrial radio-tracers, Radiation Technology Division BARC-Bombay, (1998), 268 – 269.
5. **F.ADAMS, R.DAMS.,** Applied Gamma-Ray Spektrometry, Second Edition, Pergamon Press, Oxford, (1975), 745.
6. **PRASAD, A.V.S.S and SASTRY, C.S.P.,** Cobalt(II)-EDTA complex as a new reductant for phosphomolybdic acid used for the assay of trazodone, Proc.Indian Acad.Sci (Chem.Sci.), **115** (1), (2003), 29-32.
7. **MUKERREM KURTOGLU,** Synthesis and characterization of new trinuclear vic-dioxime complex with Ni(II) and Cu(II) ions, Synthesis and Reactivity And Metal-organic Chemistry, **34** (5), (2004), 967-977.

7. DISKUSI

Marlina-PTNBR BATAN :

1. Dapatkah senyawa Co – EDTA dibuat dengan variasi perbandingan konsentrasi, temperatur dan tekanan ?
2. Bagaimana jika Cobalt yang digunakan sudah dalam bentuk radioaktif ?

Duyeh Setiawan :

1. Dalam percobaan dilakukan variasi perbandingan konsentrasi. Tetapi variasi temperatur dan tekanan tidak dilakukan.
2. Percobaan ini tidak dilakukan langsung terhadap Co-radioaktif karena akan dicari kondisi optimum terlebih dahulu dan untuk mengurangi paparan radiasi.

Sukmanto Dibyo – PTBIN BATAN

1. Bisakah senyawa kompleks Co-EDTA ini dibuat dengan variasi perbandingan mol, temperatur, tekanan yang lain sehingga mungkin lebih baik hasilnya ?
2. Bagaimana kalau CoCl_2 langsung diradioaktifkan ? (yang mana tidak disampaikan dalam presentasi sebagai latar belakang)

Duyeh Setiawan :

1. Hasil percobaan pembuatan senyawa kompleks $^{58}\text{Co}(-11)$ – EDTA diperoleh kondisi optimum ; perbandingan mol logam cobalt : ligan EDTA (2:1), temperatur 120°C , tekanan 1 atmosfer (15 psi), dihasilkan rendemen non radioaktif $\pm 70\%$.
2. Pada pembuatan senyawa kompleks $^{58}\text{Co}(11)$ – EDTA dilakukan dengan Cobalt non radioaktif dulu dimaksudkan untuk mengurangi / menghindari paparan radiasinya terhadap tubuh peneliti