

## SINTESIS SENYAWA KOMPLEKS $^{58}\text{Co}$ -NAFTENAT UNTUK EVALUASI KAPASITAS PRODUKSI SUMUR MINYAK

Duyeh Setiawan, Marlina

Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri – Batan  
Jalan Tamansari No 71 Bandung 40132, Telp. 022-2503997, Faks. 2504081  
Website : www.batan-bdg.go.id, e-mail : ayah@batan-bdg.go.id

### ABSTRAK.

**SINTESIS SENYAWA KOMPLEKS  $^{58}\text{Co}$ -NAFTENAT UNTUK EVALUASI KAPASITAS PRODUKSI SUMUR MINYAK.** Teknik nuklir menggunakan radioisotop sebagai perunut di bidang industri telah membantu untuk memecahkan permasalahan penurunan produksi minyak. Biasanya, penurunan produksi minyak di dalam sumur produksi disebabkan oleh terjadinya perubahan tekanan hidrostatik formasi lapisan minyak dalam sumur tersebut. Permasalahan ini dapat dievaluasi dengan cara menginjeksikan sejumlah air ke dalam formasi lapisan minyak untuk memberikan tekanan hidrostatik sehingga menyebabkan penambahan kapasitas produksi minyak. Pemantauan keberhasilan injeksi air dilakukan dengan cara teknik nuklir, yaitu sistem perunut radioaktif menggunakan radioisotop yang mempunyai umur paro pendek dan energi radiasi gamma rendah. Radioisotop kobalt-58 dalam bentuk senyawa kompleks  $^{58}\text{Co}$ -naftenat menjadi pilihan untuk perunut di dalam teknik injeksi air. Senyawa kompleks  $^{58}\text{Co}$ -naftenat sebagai perunut, selain mudah disintesis juga mempunyai umur paro 70,86 hari dan energi gamma 0,811 MeV. Telah dilakukan sintesis senyawa kompleks  $^{58}\text{Co}$ -naftenat dari campuran larutan  $^{58}\text{CoCl}_2$  dengan natrium naftenat ( $\text{C}_3\text{H}_9\text{CH}_2\text{COONa}$ ) dalam kondisi optimum. Hasil percobaan menunjukkan kondisi optimum perbandingan mol kobalt terhadap naftenat adalah 1 : 6, diperoleh rendemen 87,38 % dan efisiensi penandaan 82,5 %. Teknik sintesis ini akan dijadikan prosedur tetap untuk pembuatan senyawa kompleks  $^{58}\text{Co}$ -naftenat sebagai perunut radioaktif dalam pelayanan produksi radioisotop di bidang industri.

**Kata kunci :** sintesis,  $^{58}\text{Co}$ -naftenat, radioperunut, sumur minyak, industri

### ABSTRACT.

**THE SYNTHESIS OF  $^{58}\text{Co}$ -NAPHTHENATE COMPLEX COMPOUND FOR EVALUATION OF OILWELL PRODUCTION CAPACITY.** The nuclear technique using radioisotope as a tracer in oil industry has assisted to solve the degradation of oil production. Usually, the degradation of oil production in well caused by the formation changing of hydrostatic pressure of the oil layer in the well. This problem could be evaluated by injection of water to oilwell, for recovering this hydrostatic pressure. The watcher of the water injection success is done by the way of nuclear technique radioactive tracer systems, applied radioisotope having short half life and low gamma radiation energy. Radioisotope cobalt-58 in the complex form with naphthenate ( $^{58}\text{Co}$ -naphthenate) often used as the tracer in the water injection technique. The tracer  $^{58}\text{Co}$ -naphthenate relatively easy to synthesis and radioisotope  $^{58}\text{Co}$  has half life 70.86 days and gamma energy was 0.811 Mev. The synthesis method of  $^{58}\text{Co}$ -naphthenate route has been carried out by mixing of  $^{58}\text{CoCl}_2$  radioisotope solution with sodium naphthenate ( $\text{C}_3\text{H}_9\text{CH}_2\text{COONa}$ ) in the optimum condition. The results shows that the optimal mole ratio of cobalt-58 and naphthenate was 1:6 which produced 87,38 % of rendement and 82,5 % of efficiency labelling. This synthesis technique was made permanent procedure for making of  $^{58}\text{Co}$ -naphthenate complex as radioactive tracer in service of radioisotope production especially industrial area.

**Key words :** synthesis,  $^{58}\text{Co}$ -naphthenate, radiotracer, oilwell, industry

## 1. PENDAHULUAN

Dalam dunia perminyakan masalah produksi merupakan kebutuhan mutlak untuk menjaga kelangsungan hidup industri tersebut. Ketersediaan dan terjadinya sumber minyak di dalam tanah yang merupakan sumur produksi tidak terlepas dipengaruhi oleh sifat alam. Kenyataannya produksi minyak dari suatu sumur produksi kapasitasnya lama kelamaan akan terus menurun sesuai dengan fungsi waktu. Kondisi demikian disebabkan oleh adanya perubahan tekanan hidrostatik pada formasi lapisan tanah yang tidak lepas dari fenomena alam tersebut atau disebut siklus hidrologi. Evaluasi masalah menurunnya kapasitas sumber minyak dapat dilakukan dengan meningkatkan tekanan formasi lapisan minyak melalui cara menginjeksikan air kedalam sumur produksi sehingga mampu meningkatkan mobilitas minyak [1]. Waktu yang dibutuhkan air untuk menerobos formasi lapisan minyak dimonitor lama perjalanannya dengan menggunakan perunut radioaktif. Pemilihan perunut radioaktif sangat tergantung kepada lama estimasi waktu penerobosan dalam kaitannya dengan umur paro dan paparan radiasi radioisotopnya. Perunut radioaktif yang banyak diaplikasikan untuk evaluasi kapasitas sumber minyak diantaranya radioisotop tritium atau hidrogen-3 ( $^3\text{H}$ ), mempunyai umur paruh 12 tahun sebagai pemancar radiasi beta ( $\beta$ ) dan mudah larut dalam air dengan resiko kontaminasi yang rendah [2]. Unsur perunut radioaktif yang dikembangkan saat ini adalah kobal-58 ( $^{58}\text{Co}$ ) mempunyai umur paruh 70,86 hari sebagai pemancar gamma ( $\gamma$ ),  $E_\gamma = 0,811$  MeV yang merupakan suatu unsur alternatif sebagai pengganti perunut radioaktif  $^3\text{H}$ . Unsur radioisotop  $^{58}\text{Co}$  dalam penggunaannya berada dalam bentuk kompleks senyawa  $^{58}\text{Co}$ -naftenat yang mudah disintesis dengan cara mereaksikan larutan  $^{58}\text{CoCl}_2$  dengan senyawa natrium naftenat ( $\text{C}_5\text{H}_9\text{CH}_2\text{COONa}$ ) melalui proses pemanasan pada suhu  $110^\circ\text{C}$  selama enam jam [3]. Unsur radioisotop  $^{58}\text{Co}$  dalam bentuk senyawa kompleks dapat diukur langsung keradioaktifannya dari sampel minyak mentah menggunakan alat ukur MCA (*Multi Channel Analyzer*) atau *dose calibrator*. Keuntungan lain penggunaan unsur  $^{58}\text{Co}$  ini, selain merupakan radioisotop yang mempunyai umur paro yang lebih pendek dibandingkan dengan tritium juga sudah dapat diproduksi di Pusat Teknologi Nuklir Bahan Dan Radiometri – Badan Tenaga Nuklir Nasional dengan menggunakan fasilitas iradiasi reaktor TRIGA

2000 Bandung [4].

## 2. TATA KERJA

### 2.1. Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan adalah *dose calibrator* "Deluxe Isotope Calibrator II", *magnetic stirrer*, mantel pemanas, *multi channel analyzer* (MCA), neraca analitik "Mettler Toledo", oven, reaktor TRIGA 2000 Bandung, spektrofotometer UV-Vis "Hitachi", dan peralatan gelas laboratorium lainnya. Sedangkan bahan kimia yang digunakan semuanya buatan E.Merck dalam tingkat analitis seperti asam klorida pekat, asam naftenat, kobal(II)klorida heksahidrat ( $\text{CoCl}_2 \cdot 6 \text{H}_2\text{O}$ ), natrium hidroksida, petroleum benzene dan radioisotope  $^{58}\text{CoCl}_2$  buatan Pusat Teknologi Nuklir Bahan dan Radiometri - BATAN Bandung.

### 2.2. Sintesis natrium naftenat

Sebanyak 10 g ( $\approx 0,078$  mol) asam naftenat ditimbang dengan neraca analitis, kemudian dimasukkan ke dalam labu refluks 250 mL. Selanjutnya ditambahkan natrium hidroksida 0,6 g ( $\approx 0,015$  mol) dalam 30 mL air suling, lalu direfluks selama enam jam diatas penangas air pada suhu pemanasan  $110^\circ\text{C}$ . Setelah dingin, campuran tersebut dicuci sebanyak tiga kali masing-masing dengan 10 mL petroleum eter (dengan tujuan untuk menghilangkan kelebihan asam naftenat) lalu lapisan petroleum eter ditampung dan disimpan. Lapisan air diuapkan untuk mendapatkan residu yang terbentuk dari natrium naftenat, selanjutnya ditimbang untuk ditentukan beratnya. Percobaan seperti tersebut diatas diulangi dengan jumlah natrium hidroksida yang bervariasi, yaitu 0,8 g ( $\approx 0,020$  mol), 1,0 g ( $\approx 0,025$  mol), 1,2 g ( $\approx 0,030$  mol), 1,4 g ( $\approx 0,035$  mol).

### 2.3. Sintesis senyawa kompleks kobal (Co)-naftenat non radioaktif

Sebanyak 6,57 g ( $\approx 0,0438$  mol) natrium naftenat ditambah 30 mL air dan 30 mL petroleum eter, lalu ditambah kobal(II) klorida heksahidrat non radioaktif sejumlah 0,5 g ( $\approx 0,0021$  mol), sambil diaduk secara terus menerus dengan *magnetic stirrer*. Selanjutnya larutan dipindahkan kedalam corong pisah lalu

lapisan petroleum eter dipisahkan dari lapisan air. Lapisan petroleum eter dicuci sebanyak tiga kali dengan 10 mL air lalu diuapkan sampai terbentuk residu yang amorf berwarna ungu muda dari kobal naftenat dan ditimbang untuk ditentukan beratnya. Percobaan seperti tersebut diatas diulangi dengan jumlah kobal(II)klorida heksahidrat yang bervariasi, yaitu 0,75 g ( $\approx 0,0032$  mol), 1,0 g ( $\approx 0,0042$  mol), 1,25 g ( $\approx 0,0053$  mol) dan 1,5 g ( $\approx 0,0063$  mol). Residu ditambah 30 mL air dan beberapa tetes asam klorida pekat sampai larut lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan air sampai tanda batas labu. Kemudian diambil 10 mL dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL lalu ditambahkan air sampai tanda batas labu. Kemudian diambil 10 mL dimasukkan kedalam labu ukur 25 mL lalu ditambahkan air sampai tanda batas labu. Selanjutnya ditentukan kandungan kobalnya menggunakan spektrofotometer UV-Vis "Hitachi" dengan mengukur absorbansi pada panjang gelombang maksimum 332 nm [5,6].

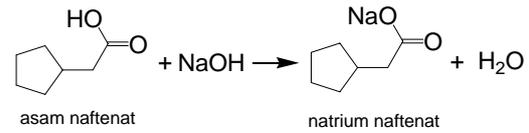
#### 2.4. Sintesis senyawa kompleks $^{58}\text{Co}$ -naftenat radioaktif

Sebanyak 5,99 g ( $\approx 0,0191$  mol) kobal(II)-naftenat non radioaktif ditimbang, kemudian ditambah 30 mL air dan 30 mL petroleum eter, lalu ditambahkan larutan  $^{58}\text{CoCl}_2$  radioaktif dengan aktivitas 1,8 mCi sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* secara terus menerus. Kemudian larutan dipindahkan kedalam corong pisah lalu lapisan petroleum eter dipisahkan dari lapisan airnya. Selanjutnya lapisan petroleum eter dicuci sebanyak tiga kali dengan 10 mL air, lalu lapisan petroleum eter yang berwarna ungu muda dari kobal naftenat diukur keradioaktifannya dengan menggunakan *dose calibrator (Deluxe Isotope Calibrator II) atau Multi Channel Analyzer*. Percobaan seperti tersebut diatas di ulangi pada penambahan  $^{58}\text{CoCl}_2$  dengan aktivitas yang bervariasi, yaitu 2,0; 3,5; dan 4,0 mCi.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Sintesis natrium naftenat

Reaksi yang terjadi pada sintesis senyawa natrium naftenat [7] ditunjukkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Reaksi sintesis natrium naftenat

Reaksi antara asam naftenat dengan natrium hidroksida menghasilkan senyawa natrium naftenat yang bersifat polar. Asam naftenat yang bersifat non polar dengan ditambahkan natrium hidroksida menjadi garam naftenatnya yang polar, dan menyebabkan garam natrium naftenat terlarut dalam pelarut air. Pada saat refluks tidak semua asam naftenat habis bereaksi dengan natrium hidroksida, oleh karena itu dilakukan ekstraksi dengan petroleum eter untuk memisahkan asam naftenat yang tidak bereaksi. Senyawa natrium naftenat diperoleh melalui sintesis dari senyawa asam naftenat dengan larutan natrium hidroksida melalui proses refluks pada suhu  $110^\circ\text{C}$  selama enam jam. Selanjutnya dilakukan ekstraksi untuk memisahkan senyawa natrium naftenat yang terbentuk dan hasil pemisahan seperti dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1 Data pengamatan hasil pemisahan senyawa natrium naftenat

Cuplikan	Perlakuan	Hasil pemisahan	
		Fasa air (ditampung/diproses)	Fasa petroleum eter (dibuang/disimpan)
Hasil refluks berupa larutan berwarna kuning sebanyak 30 mL	Ekstraksi sebanyak 3 kali masing-masing dengan 10 mL petroleum eter	Larutan berwarna kuning kecoklatan sebanyak 30 mL mengandung natrium naftenat	Larutan tidak berwarna sebanyak 10 mL mengandung asam naftenat

Dalam proses ekstraksi seringkali timbul busa pada saat pengocokan, hal ini menyebabkan timbulnya emulsi yang mempersulit pemisahan lapisan petroleum eter dan lapisan air. Timbulnya busa atau emulsi ini disebabkan oleh terjadinya reaksi saponifikasi, yaitu asam naftenat yang merupakan suatu asam karboksilat bereaksi dengan natrium hidroksida

yang merupakan suatu basa kuat dengan didukung oleh adanya pemanasan [7,8,9].

Senyawa natrium naftenat yang terbentuk dalam pelarut air berwarna kuning kecoklatan (Tabel 1), setelah pelarut diuapkan senyawa natrium naftenat berbentuk pasta padat berwarna putih. Rendemen senyawa natrium naftenat diperoleh secara stoikiometri pada kondisi optimum dengan mereaksikan perbandingan molekul asam naftenat terhadap variasi molekul natrium hidroksida. Data hasil percobaan pembentukan natrium naftenat dari perbandingan molekul antara asam naftenat dengan natrium hidroksida ditunjukkan dalam persen rendemen natrium naftenat seperti dirangkum dalam Tabel 2.

**Tabel 2. Data persen rendemen natrium naftenat hasil reaksi asam naftenat dan natrium hidroksida.**

NaOH (mol)	Asam naftenat (mol)	Natrium naftenat (mol)	Rendemen natrium naftenat (%)
0,015	0,078	0,0076	9,83
0,020	0,078	0,0107	13,71
0,025	0,078	0,0388	49,73
0,030	0,078	0,0438	56,18
0,035	0,078	0,0252	32,26

Dari Tabel 2 menunjukkan hasil natrium naftenat dengan persen rendemen tertinggi adalah 56,18 % yang dihasilkan dari perbandingan stoikiometri yang setara dari 1,2 g ( $\approx 0,030$  mol natrium hidroksida) dengan 10 g ( $\approx 0,078$  mol asam naftenat). Apabila dihitung secara teoritis natrium naftenat yang harus diperoleh sebesar 11,7 g yaitu hasil dari perhitungan mol asam naftenat dikalikan berat molekul natrium naftenat ( $0,078 \times 150$ ), sedangkan hasil percobaan diperoleh natrium naftenat sebesar 6,57 g. Perbandingan berat yang diperoleh antara hasil percobaan dengan teoritis dinyatakan sebagai besaran rendemen dalam persen.

### 3.2. Sintesis senyawa kobal (II)naftenat non radioaktif

Sintesis non radioaktif ini dilakukan dengan tujuan selain untuk menentukan kadar kobal optimum yang bereaksi dengan senyawa natrium naftenat. Juga untuk mengurangi resiko

bahaya paparan radiasi apabila dalam mencari kondisi optimum senyawa kobal(II) naftenat dilakukan dengan menggunakan larutan kobal (II) klorida radioaktif.

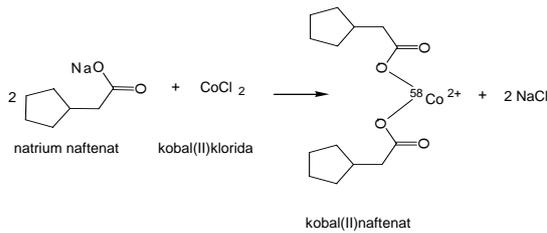
Data hasil reaksi antara senyawa natrium naftenat dengan larutan kobal(II) klorida heksadidrat pada pembentukan senyawa kobal(II) naftenat non radioaktif dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 menunjukkan kobal (II) naftenat yang terbentuk pada kondisi optimum menggunakan natrium naftenat 6,57 g ( $\approx 0,0438$  mol) dengan kobal(II) klorida heksadidrat 1,0 g ( $\approx 0,0042$  mol) diperoleh kobal(II) naftenat sebesar 5,99 g. Hasil perhitungan secara teoritis pada kondisi optimum diperoleh kobal(II) naftenat sebanyak 6,8547 g yaitu hasil perhitungan dari mol natrium naftenat dikalikan berat molekul kobal naftenat ( $\frac{1}{2} \times 0,0438 \times 313$ ), sehingga perbandingan hasil percobaan dengan teoritis diperoleh rendemen sebesar 87,38%. Selanjutnya kondisi yang optimum pada perbandingan 6,57 g ( $\approx 0,044$  mol natrium naftenat) : 1,0 g ( $\approx 0,0042$  mol kobal (II) heksa hidrat) atau kurang lebih 6:1 akan digunakan dalam pembuatan senyawa  $^{58}\text{Co}$ -naftenat radioaktif. Reaksi yang terjadi dalam sintesis senyawa kobal(II) naftenat dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.[7]

**Tabel 3 Data hasil reaksi antara senyawa natrium naftenat dengan variasi massa kobal(II) klorida non radioaktif**

No	Natrium naftenat (mol)	CoCl <sub>2</sub> . 6 H <sub>2</sub> O (mol)	Co(II) naftenat (mol)	Bentuk kobal-naftenat
1	0,0438	0,0021	0,0158	Larutan ungu tua
2	0,0438	0,0032	0,0162	Larutan ungu
3	0,0438	0,0042	0,0191	Larutan ungu muda
4	0,0438	0,0053	0,0180	Larutan ungu muda
5	0,0438	0,0063	0,0168	Larutan ungu muda

Kobal (II) naftenat merupakan senyawa kompleks yang terbentuk melalui suatu ikatan kovalen koordinasi. Dalam hal ini, bagian yang berperan sebagai ion pusat yaitu ion kobal dan senyawa naftenat bertindak sebagai ligan. Ion kobal mempunyai kecenderungan untuk membentuk suatu kompleks yang tidak mudah terputus (kompak) dengan bermacam-macam ligan.



**Gambar 2. Reaksi sintesis kobal(II)naftenat**

Keberadaan ion kobal dalam senyawa kobal(II)naftenat hasil percobaan dapat diketahui dengan metode spektrofotometer UV-Vis. Metode ini dapat menentukan kadar ion kobal dengan membandingkan terhadap standar kobal(II) klorida heksahidrat dalam bentuk kurva kalibrasi pada panjang gelombang maksimum. Panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{maks}$ ) kobal(II)klorida heksahidrat standar dengan konsentrasi 100 ppm diperoleh pada daerah  $\lambda_{maks} = 332$  nm seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



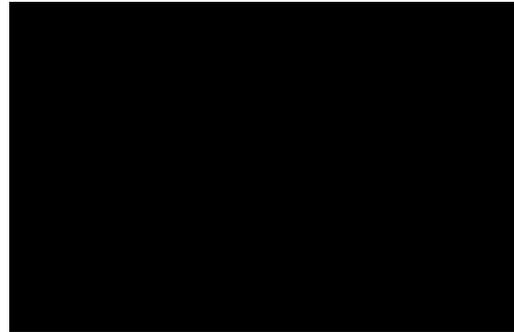
**Gambar 3 Grafik panjang gelombang maksimum larutan standar kobal(II)-klorida heksahidrat 100 ppm.**

Kurva standar kalibrasi dapat dibuat setelah dilakukan pengukuran absorbansi dari kobal(II)klorida heksahidrat dengan variasi konsentrasi 10, 20, 50, 75, dan 100 ppm pada panjang gelombang maksimum. Kurva yang menunjukkan harga absorbansi dari masing-masing konsentrasi standar ditunjukkan pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan garis lurus yang menghasilkan persamaan regresi linier untuk percobaan yaitu :  $y = 0,0005x + 0,6865$ .

Data hasil pengukuran absorbansi dan konsentrasi ion kobal dalam senyawa kompleks kobal(II)naftenat seperti dirangkum pada Tabel 4. Tabel 4 menunjukkan bahwa konsentrasi kobal yang terkandung dalam kompleks kobal(II) naftenat tertinggi diperoleh dari hasil reaksi 1 g (0,0042 mol kobal(II) klorida

heksahidrat) dengan 6,57 g (0,0438 mol natrium naftenat) adalah 163,75 mg Co (kobal). Hal ini memberikan gambaran bahwa pembentukan senyawa kobal(II)naftenat mencapai optimum pada kondisi tersebut.



**Gambar 4 Kurva standar absorbansi terhadap konsentrasi kobal(II)klorida heksa-hidrat.**

### 3.3. Sintesis Senyawa $^{58}\text{Co}$ -Naftenat Radioaktif

Pembuatan senyawa kobal(II)naftenat radioaktif secara prinsip sama dengan pembuatan senyawa kobal(II)naftenat non radioaktif dari hasil yang optimum. Pada awalnya, dilakukan pembuatan senyawa radioisotop  $^{58}\text{CoCl}_2$  yang dibuat dengan cara menyinari (iradiasi) sasaran nikel oksida ( $^{58}\text{NiO}$ ) dalam reaktor TRIGA 2000 Bandung pada fasilitas CT (Centre Timble) dengan fluks neutron  $>10^{13}$  n.cm<sup>-2</sup>.s<sup>-1</sup>. Pemisahan radioisotop  $^{58}\text{Co}$  dari sasaran nikel dilakukan dengan cara kromatografi kolom penukar ion. Dengan metode ini, sasaran nikel akan terpisah dari radioisotop  $^{58}\text{Co}$  melalui resin Dowex karena terjadi pertukaran anion. Terpisahanya kedua senyawa ini dilakukan dengan melakukan elusi menggunakan larutan pengelusi yang berbeda konsentrasinya. Elusi pertama dilakukan dengan menggunakan larutan HCl 9 N sampai kolom bebas ion nikel ( ditentukan dengan beberapa tetes eluat ditambah larutan dimetil gliksim 1 % dalam suasana basa, sampai tidak terjadi endapan merah ), sedangkan radioisotop  $^{58}\text{Co}$  akan tertahan pada resin. Elusi kedua dilakukan dengan menggunakan larutan HCl 4 N untuk mendapatkan senyawa radioisotop  $^{58}\text{CoCl}_2$  yang murni. Larutan HCl digunakan karena merupakan suatu asam kuat yang cenderung terikat kuat oleh logam Ni atau Co. Selain itu ion Cl<sup>-</sup> mudah terikat oleh ion Ni<sup>2+</sup> atau Co<sup>2+</sup> karena keduanya merupakan suatu ion dengan muatan berlawanan yang akan membentuk senyawa NiCl<sub>2</sub> dan CoCl<sub>2</sub> [4].

**Tabel 4 Data pengukuran absorbansi dan konsentrasi kobal(II)naftenat.**

Co(II)Cl <sub>2</sub> .6 H <sub>2</sub> O (mol)	Natrium naftenat (mol)	Absorbansi kobal(II)-naftenat	Konsentrasi Kobal(II)-naftenat hasil pengukuran (ppm)	Konsentrasi Kobal dalam senyawa kobal(II)-naftenat (mg Co)
1	2	3	4	5
0,0021 (≈ 123,95 mg Co)	0,0438	0,708	43	53,75
0,0032 (≈ 185,92 mg Co)	0,0438	0,718	63	78,75
0,0042 (≈ 247,90 mg Co)	0,0438	0,752	131	163,75
0,0053 (≈ 309,87 mg Co)	0,0438	0,751	129	161,25
0,0063 (≈ 371,85 mg Co)	0,0438	0,735	97	121,25

Keterangan :

Kolom 1 :  $0,5 \text{ g CoCl}_2 \cdot 6 \text{ H}_2\text{O} = \frac{0,5}{238} \text{ mol} = 0,0021 \text{ mol} (\approx \frac{59}{238} \times 500 \text{ mg} = 123,95 \text{ mg Co})$

Kolom 4 : Persamaan Gb 3.2 =  $y = 0,0005 x + 0,6865$  [  $y$  = absorbansi (kolom 3) dan  $x$  = konsentrasi (ppm)]

Kolom 5 : [Co] dalam 100 mL = pengenceran

$(\frac{50}{10} \times \frac{25}{10} \times 43 \text{ ppm} = 537,5 \text{ ppm} = \frac{100}{1000} \times 537,5 \text{ mg} = 53,75 \text{ mg Co}).$

**Tabel 5 Data percobaan serta pengukuran radioaktivitas dan persentase penandaan (yield) senyawa <sup>58</sup>Co-naftenat.**

No	Na-naft (mol)	Co(II)Cl <sub>2</sub> . 6H <sub>2</sub> O (mol)	Akt. <sup>58</sup> Co Cl <sub>2</sub> (mCi)	Akt. <sup>58</sup> Co-naftenat (mCi)	Persentase yield <sup>58</sup> Co-naftenat (%)
1	2	3	4	5	6
1	0,0438	0,0042	1,8	1,52	74,40
2	0,0438	0,0042	2,0	1,60	80,00
3	0,0438	0,0042	3,5	2,87	82,00
4	0,0438	0,0042	4,0	3,34	83,50

Keterangan = Persen Yield <sup>58</sup>Co-naftenat (Kolom 6) :  $\frac{\text{Kolom 5}}{\text{Kolom 4}} \times 100 \%$

Radioisotop <sup>58</sup>CoCl<sub>2</sub> yang telah diketahui radioaktivitasnya selanjutnya digunakan untuk pembuatan senyawa <sup>58</sup>Co-naftenat. Pembuatan senyawa <sup>58</sup>Co-naftenat ini dilakukan dengan melakukan variasi berbagai radioaktivitas dari senyawa <sup>58</sup>CoCl<sub>2</sub> radioaktif. Pengukuran radioaktivitas dilakukan dengan menggunakan alat *dose calibrator*.

Data percobaan serta hasil pengukuran radioaktivitas dan persentase penandaan senyawa <sup>58</sup>Co-naftenat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5 menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan dari variasi aktivitas radioisotop <sup>58</sup>CoCl<sub>2</sub> terhadap persentase penandaan ( *yield* ) senyawa <sup>58</sup>Co-naftenat dengan perolehan rata-ratanya sebesar 82,50%.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil sintesis senyawa <sup>58</sup>Co-naftenat diperoleh produk akhir dengan spesifikasi berbentuk cairan berwarna ungu jernih dalam pelarut petroleum eter, mempunyai lingkungan pH 2, perbandingan mol kobal : naftenat ( 1 : 6 ), rendemen kobal(II)-naftenat non radioaktif adalah 87,38 %, persentase penandaan ( *yield* ) rata-rata sebesar 82,5%. Disimpulkan bahwa senyawa kompleks <sup>58</sup>Co-naftenat dapat disintesis dan perlu ditambahkan data hasil kemurnian radiokimianya. Akan tetapi senyawa kompleks <sup>58</sup>Co-naftenat ini sudah dapat diaplikasikan sebagai perunut radioaktif untuk melayani kebutuhan yang berhubungan dengan teknik nuklir dibidang industri, khususnya untuk evaluasi kapasitas produksi

sumur minyak.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

1. **CHARYULU, K.S.**, “Application of Radioisotopes in Evaluation of Reservoirs of Well Problems”, Wiley Eastern Limited NAARRI, Bombay, (1986).
2. **SUPRATMAN., INDROJONO., DJIONO.**, Penentuan waktu penerobosan dalam sumur minyak dengan metode perunut radioaktif, Prosiding, PAIR-BATAN, Jakarta, (1985), 191-8
3. **NAIR, V.C., BALASUBRAMANIAN, K.R., KULKARNI, R.J., RAMASRAMY, A.N., MURTHY.**, Methods of preparation of few radioisotope labelled compounds used as industrial tracers, National Symp. on Isotope Applications in Industries, BARC, Bombay, (1998), 2-11.
4. **SETIAWAN.D.**, Metode Pembuatan radioisotope kobal-58 ( $^{58}\text{Co}$ ) 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, Februari (2007),29-40.
5. **BASSET, J.**, Buku ajar vogel analisis kuantitatif anorganik. Edisi IV, Diterjemahkan oleh Dr. A.H. Pudjaatmaka & Ir. L. Setiono. Penerbit Buku Kedokteran EGC. Jakarta, (1994).
6. **DASNA, I.W.**, Sintesis senyawa kompleks kobal(II) dengan ligan-ligan n-heterosiklik, Tesis Program Magister Kimia, FMIPA-ITB, Bandung, (1993).
7. **HAVRE, T.E.**, Formation of calcium naphthenate in water/oil systems, Naphthenic acid chemistry and emulsion stability, Thesis Submitted In Partial Fulfilment Of The Requirements For The Degree Of Doctoringenior, Department of Chemical Engineering Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, (2002), 2-9.
8. **HEADLEY, J.V and McMARTIN, D.W.**, A review of the occurrence and fate of naphthenic acids in aquatic environments, Journal of Environmental Engineering, Vol. A39, No.8, (2004), 1989-2010.
9. **HAVRE, T.E.**, Hear infrared spectroscopy as a method for studying formation of calcium naphthenate, Colloid Polym Sci, Submitted, (2002).