



**PROSIDING**

# **PERTEMUAN ILMIAH RADIOISOTOP, RADIOFARMAKA, SIKLOTRON DAN KEDOKTERAN NUKLIR**

**Gedung Diklat RSUP Dr. Kariadi  
Jl. Dr. Sutomo No. 16  
Semarang**

**10 – 11 Oktober 2014**

*“Current Advances in Radionuclide Technology  
Nuclear Medicine and Molecular Imaging”*



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSAT TEKNOLOGI RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA**

GEDUNG 11, KAWASAN PUSPIPEK, TANGERANG SELATAN, BANTEN  
TELP/FAX : (021) 756 3141  
email : prr@batan.go.id

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kami panjatkan kehadirat Allah atas petunjuk dan karunia yang telah diberikan sehingga Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir 2014 dengan tema “ *Current Advances in Radionuclide Technology Nuclear Medicine and Molecular Imaging*” dapat diterbitkan. Prosiding ini merupakan kumpulan karya ilmiah yang telah lolos proses seleksi yang dilakukan oleh tim penelaah dan telah dipresentasikan dalam seminar pada tanggal 10 dan 11 Oktober 2014 yang bertempat di Aula Gedung Direksi Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi Jalan Dr Sutomo nomor 16 Semarang.

Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir 2014 diisi dan diikuti oleh kurang lebih 220 peserta yang berasal 10 satuan kerja pemerintah, 14 perwakilan Rumah Sakit, 3 universitas, 7 perwakilan industri dan 2 perwakilan dari luar negeri yaitu dari Royal Prince Alfred Hospital, Australia dan Seoul National University, Korea.

Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka dan Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia sebagai pihak penyelenggara seminar ini menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua peserta dan pembawa makalah yang telah berpartisipasi dalam seminar dan aktif memberikan masukan yang bermanfaat bagi semua makalah yang dipublikasikan. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh Dewan Editor yang telah membantu dalam seleksi, penilaian dan peningkatan mutu makalah untuk bisa dipublikasikan dalam Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka dan Siklotron 2014. Terimakasih pada seluruh anggota dewan redaksi yang telah bekerja keras untuk menyusun dan menerbitkan prosiding ini, serta semua pihak yang telah ikut membantu dalam penyelenggaraan seminar sampai dapat diterbitkannya prosiding ini.

Besar harapan kami bahwa Prosiding ini akan banyak berguna bagi para pembaca serta semua rekan seprofesi, serta akan dapat menjadi acuan dan titik tolak untuk mencapai kemajuan yang lebih besar untuk perkembangan di bidang radioisotop, radiofarmaka, siklotron dan kedokteran nuklir. Kami sadari bahwa seminar dan prosiding ini tidak lepas dari berbagai kekurangan. Kami mohon maaf dan kritik serta saran yang bersifat membangun demi perbaikan dimasa datang selalu kami harapkan dari rekan sejawat dan pembaca yang budiman.

Serpong, Januari 2015

Tim Editor

**Dewan Editor/Penelaah Prosiding PIT 2014**

1. Dr. Rohadi Awaludin (PTRR-BATAN)
2. Dr. Martalena Ramli (PTRR-BATAN)
3. Basuki Hidayat, dr, Sp.KN (FK-UNPAD, RS. Hasan Sadikin Bandung)
4. Imam Kambali, PhD (PTRR-BATAN)
5. Drs. Hari Suryanto, M.T (PTRR-BATAN)
6. Drs. Adang Hardi Gunawan (PTRR-BATAN)
7. Widyastuti (PTRR-BATAN)

---

---

## SUSUNAN PANITIA

### **Penasehat**

1. Prof. Dr. Johan S Masjhur, dr, SpPD-KEMD, SpKN  
Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia
2. Dra. Siti Darwati MSc  
Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka - BATAN
3. A. Hussein S Kartamihardja, dr, SpKN, MH.Kes  
Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia / Fakultas Kedokteran - UNPAD

### **Pengarah**

1. Dr. Rohadi Awaludin
2. Trias Nugrahadi, dr ,Sp.KN
3. Drs. Hotman Lubis
4. Dra. R. Suminar Tedjasari

### **Redaktur Prosiding PIT 2014 dan Panitia Pelaksana PIT 2014**

1. Ratna Dini Haryuni, M.Farm
2. Herlan Setiawan, S.Si
3. Diah Pristiowati
4. Rien Ritawidya, M.Farm
5. Titis Sekar Humani, M.Si
6. Nur Rahmah Hidayati, M.Sc
7. Drs. Agus Ariyanto
8. Didik Setiaji, A.Md
9. Veronika Yulianti Susilo, M.Farm
10. Wira Y Rahman
11. Indra Saptiama, S.Si
12. Fath Priyadi S.ST
13. Bisma Baron Patrinesha, A.Md
14. Jakaria, S.ST

## LAPORAN KETUA PANITIA

Assalamu'alaikumwr.wb.

Segala Pujibagi Allah SWT, karena atas rahmat dan karunia-Nya Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 dapat terlaksana dengan baik. Pertemuan ilmiah ini merupakan kegiatan rutin yang terselenggara setiap tahun, kerjasama antara Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) -BATAN dengan Perhimpunan Kedokteran Nuklir Indonesia (PKNI) dan Perhimpunan Kedokteran dan Biologi Nuklir Indonesia (PKBNI).

Tema yang diangkat tahun ini adalah "*Current Advances in Radionuclide Technology Nuclear Medicine and Molecular Imaging*". Pertemuan ini dihadiri oleh 220 peserta dari berbagai kalangan baik dari dalam maupun di luar negeri, meliputi para pembuat kebijakan, peneliti, klinisi, akademisi, serta mitra industri. Bentuk kegiatan yang telah dilaksanakan berupa: *plenary session* dan *keynote speaker*, presentasi oral, presentasi poster, serta pameran produk dari Pusat Diseminasi dan Kemitraan -BATAN dan beberapa mitra industri.

Kegiatan ini bertujuan untuk *sharing* ilmu, memperoleh informasi baru serta menyampaikan hasil-hasil terbaru di bidang radiofarmaka, *molecular imaging*, kedokteran nuklir dan *targeted radionuclide therapy*.

Kami

berharap semoga pertemuan ini dapat memberikan kontribusi dalam meningkatkan perkembangan ilmu di bidang radioisotop, radiofarmaka, siklotron dan kedokteran nuklir serta dapat memberikan manfaat yang sebesar-besarnya bagi seluruh pihak. Akhir kata, Kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah mensukseskan penyelenggaraan kegiatan PIT 2014. Kami juga memohon maaf atas segala kekurangan, semoga tahun depan kita dapat berjumpa kembali pada keadaan yang lebih baik.

Wassalamu'alaikumwr.wb

Ketua Panitia

Ratna Dini Haryuni, M.Farm

---

---

**KATA SAMBUTAN**  
**KEPALA PUSAT TEKNOLOGI RADIOISOTOP DAN RADIOFARMAKA**

Assalamu'alaikum wr. wb.

Alhamdulillah, segala puji dan syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya sehingga acara Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 dapat dilaksanakan dengan baik sampai dengan terbitnya prosiding. Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Tim Penelaah, Tim Editor dan semua pihak yang terlibat dalam penyelesaian prosiding ini.

Kami mengharapkan prosiding ini dapat digunakan sebagai dokumentasi karya ilmiah para peneliti dan praktisi dalam bidang kesehatan khususnya kedokteran nuklir yang telah dipresentasikan pada Pertemuan Ilmiah Tahunan Radioisotop, Radiofarmaka, Siklotron dan Kedokteran Nuklir Tahun 2014 pada tanggal 10-11 Oktober 2014 di Aula Gedung Direksi Rumah Sakit Umum Pusat Dr.Kariadi Jl. Dr. Sutomo, Semarang, Jawa Tengah. Pertemuan ilmiah ini mengangkat tema "*Current Advances in Radionuclide Technology, Nucluar Medicine and Molecular Imaging*" dengan melibatkan para peneliti dari Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka (PTRR) dan beberapa satuan kerja di lingkungan BATAN maupun perguruan tinggi, para praktisi kedokteran nuklir serta pembicara tamu dari luar negeri yaitu *Royal Prince Alfred Hospital of Australia* dan *Seoul National University of Korea*.

Harapan kami semua semoga prosiding ini dapat dijadikan referensi bagi berbagai pihak terutama para peneliti, pemikir dan pemerhati kesehatan dalam penelitian dan pengembangan radioisotop, radiofarmaka dan siklotron, serta aplikasinya dalam bidang kedokteran nuklir sehingga dapat meningkatkan kualitas pelayanan kesehatan bagi masyarakat luas.

Wassalamu'alaikum wr. wb.

Kepala Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka

Dra. Siti Darwati, M.Sc

## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar</b> .....	i
<b>Dewan Editor / Penelaah Prosiding PIT 2014</b> .....	ii
<b>Susunan Panitia</b> .....	iii
<b>Laporan Ketua Panitia</b> .....	iv
<b>Kata Sambutan Kepala Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka</b> .....	v
<b>Daftar isi</b> .....	vi
<b>Preparasi dan Uji Stabilitas <sup>177</sup>Lu-DOTA-F(ab')<sub>2</sub>- Nimotuzumab Sebagai Kandidat Radiofarmaka Terapi Kanker</b> .....	1
Martalena Ramli, Citra R.A.P. Palangka, Lina Elfita, Ratna Dini Haryuni, Titis Sekar Humani	
<b>Penentuan Tangkapan Radiofarmaka <sup>99m</sup>Tc-Siprofloksasin Terhadap Ciprofloxacin-Resistant Escherichia coli dan Ciprofloxacin-Resistant Staphylococcus aureus</b> .....	12
Isti Daruwati, Maria Agustine, Maula Eka Sriyani, Iim Halimah, Rizky Juwita Sugiharti, Nelly D. Leswara	
<b>Kinerja Kolom Generator <sup>99</sup>Mo/<sup>99m</sup>Tc dengan Material Berbasis Zirkonium Menggunakan <sup>99</sup>Mo Aktivasi Dengan Aktivitas 250 mCi</b> .....	21
Marlina, Sriyono, Endang Sarmini, Herlina, Abidin, Hotman Lubis, Indra Saptiama, Herlan Setiawan, Kadarisman	
<b>Optimasi Pemisahan <sup>177</sup>Lu dari Yb<sub>2</sub>O<sub>3</sub> untuk Radioterapi dengan Metode Kromatografi Kolom</b> .....	28
Triani Widyaningrum, Endang Sarmini, Umi Nur Sholikah, Triyanto, Sunarhadijoso Soenarjo	
<b>Karakterisasi <sup>198</sup>AuNP Terbungkus PAMAM G4 untuk Pengantar Obat Diagnosa dan Terapi Kanker</b> .....	35
Anung Pujiyanto, Eni Lestari, Mujinah, Hotman L, Umi Nur sholikah, Maskur, Dede K, Witarti, Herlan S, Rien R, Adang H G, Abdul Mutalib	
<b>Pengaruh Pencucian Larutan HNO<sub>3</sub> 0,1 N pada Kolom Alumina Asam Terhadap Rendemen dan Kualitas <sup>99m</sup>Tc Hasil Ekstraksi Pelarut Metil Etil Keton (MEK) dari <sup>99</sup>Mo Hasil Aktivasi</b> .....	42
Yono S, Adang H.G. dan Sriyono	
<b>Modifikasi Kontrol <i>Duct Heater</i> Untuk Mempertahankan Stabilitas <i>Humidity</i> di dalam Cave Siklotron Guna Menunjang Pengoperasian Siklotron CS – 30 BATAN</b> .....	50
I Wayan Widiana, Sofyan Sori, Jakaria, Suryo Priyono	
<b>Pemisahan Radioisotop Terapi <sup>188</sup>Re dari <sup>188</sup>W Melalui Kolom Generator <sup>188</sup>W/<sup>188</sup>Re Berbasis MBZ</b> .....	57
Sriyono, Herlina, Endang Sarmini, Hambali, Indra Saptiama	
<b>Validasi Kit <i>Immunoradimetric assay Free Prostate Specific Antigen</i> untuk Pemantauan Pembesaran Prostat Jinak Secara <i>In Vitro</i></b> .....	65
Puji Widayati, Veronika Yulianti Susilo, Wening Lestari, Agus Ariyanto	

---

<b>Sintesis Paduan Polimer Polimer Poli-n-Sopropilakrilamida (PNIPA) / Polivinilpirolidon (PVP) Bertanda Iodium-125</b> .....	71
Indra Saptiama, Eli Fajar Lestari, Herlina, Karyadi, Endang Sarmini, Abidin, Hotman Lubis Triani Widyaningrum, Rohadi Awaludin	
<b>Optimizing Irradiation Parameters of Cyclotron-Produced Radionuclides Cu-64, I-123 and I-124</b> .....	77
Imam Kambali and Hari Suryanto	
<b>Evaluasi Uptake Radiofarmaka <sup>99m</sup>Tc-Siprofloksasin oleh Bakteri <i>Escherichia coli</i> dan <i>Staphylococcus aureus</i> yang Resisten Terhadap Antibiotik Kotrimoksazol Secara In Vitro</b> .....	86
<b>Sintesis Nanopartikel Emas Menggunakan Reduktor Trisodium Sitrat</b> .....	95
Herlan Setiawan, Anung Pujiyanto, Hotman Lubis, Rien Ritawidya, Mujinah, Dede Kurniasih, Witarti, Hambali, Abdul Mutalib	
<b>Optimasi Disain untuk Menekan Dimensi dan Berat Modul Kontainer Perisai Radiasi pada Perangkat Brakiterapi</b> .....	102
Ari Satmoko, Kristiyanti, Tri Harjanto, Atang Susila	



## SINTESIS PADUAN POLIMER POLIMER POLI-N-ISOPROPILAKRILAMIDA (PNIPA)/POLIVINILPIROLIDON (PVP) BERTANDA IODIUM-125

Indra Saptiama<sup>1</sup>, Eli Fajar Lestari<sup>2</sup>, Herlina<sup>2</sup>, Karyadi<sup>2</sup>, Endang Sarmini<sup>2</sup>, Abidin<sup>2</sup>, Hotman Lubis<sup>2</sup>, Triani Widyaningrum<sup>2</sup>, Rohadi Awaludin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka-BATAN

<sup>2</sup>Akademi Kimia Analisis-Bogor

Indra.saptiama@batan.go.id

### ABSTRAK

**SINTESIS PADUAN POLIMER POLI-N-ISOPROPILAKRILAMIDA (PNIPA)/POLIVINILPIROLIDON (PVP) BERTANDA IODIUM-125.** Perkembangan aplikasi polimer saat ini telah semakin maju. Poli-N-isopropilakrilamida (PNIPA) merupakan salah satu polimer yang digunakan dalam berbagai bidang baik industri maupun kesehatan. PNIPA merupakan salah satu jenis polimer hidrogel yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan medis. Paduan polimer PNIPA/PVP bertanda <sup>125</sup>I memiliki potensi dimanfaatkan sebagai matriks sumber terapi kanker. Tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh teknik pembuatan paduan polimer PNIPA/PVP bertanda <sup>125</sup>I dan karakterisasinya. Polimer PNIPA terlebih dahulu dibuat menggunakan monomer N-isopropilakrilamida dengan inisiator redoks amonium peroksida dan tetraetilendiamin, kemudian kedalam larutan polimer PNIPA ditambahkan dengan polimer polivinilpirolidon (PVP) dengan variasi konsentrasi sebesar 0,5%; 1%; 1,5% w/w. Variasi konsentrasi dilakukan untuk memperoleh paduan polimer PNIPA/PVP yang optimal yang kemudian ditandai dengan sodium iodide (Na<sup>125</sup>I). Paduan polimer PNIPA/PVP dianalisa menggunakan H-NMR dan FTIR. Paduan polimer PNIPA/PVP telah berhasil disintesis dengan konsentrasi PVP sebesar 0,5% dengan temperatur transisi 34-36 °C dan viskositas 14,46 mm<sup>2</sup>/s. Yield penandaan <sup>125</sup>I pada paduan polimer PNIPA/PVP sebesar 90%. Berdasarkan analisa H-NMR hanya menunjukkan pergeseran kimia dari polimer PNIPA. Hasil FTIR dari paduan polimer PNIPA/PVP menunjukkan serapan infra merah dari gugus fungsi polimer PNIPA. Paduan polimer PNIPA/PVP bertanda <sup>125</sup>I telah berhasil disintesis namun masih perlu dilakukan uji stabilitas dan kemurnian radiokimia dari paduan polimer PNIPA/PVP bertanda <sup>125</sup>I.

**Kata kunci :**PNIPA, PVP, hidrogel, FTIR, H-NMR

### ABSTRACT

**SYNTHESIS OF POLI-N-ISOPROPILACRILAMIDE (PNIPA)/POLIVINILPIROLIDON (PVP) INTERPENETRATING POLYMER NETWORK (IPNs) POLIMER LABELLED WITH I-125.** Development of polymers application is more advanced, nowadays. Poly-N-isopropilacrilamide (PNIPA) is a hydrogel polymer used in a wide range of both industrial and medical fields. PNIPA/PVP IPNs labelled with I-125 has a potential usage for cancer therapy source matrix. The purpose of this research is to obtain synthesis protocol of the PNIPA/PVP IPNs labelled with I-125 and its characterization. Prior, PNIPA/PVP IPNs was synthesized using ammonium peroxide as redox initiator and tetraetilendiamin. Then, various concentration of polivinilpirolidone (PVP) was added into the PNIPA polymer solution, i.e 0.5%; 1% and 1.5% w/w. To obtain a optimal PNIPA/PVP polymer which was labelled with sodium iodide (Na<sup>125</sup>I). PNIPA/PVP IPNs were analysed by H-NMR and FTIR. PNIPA/PVP IPNs has been successfully synthesized with PVP concentration of 0.5% with transition temperature and viscosity of 34-36 °C and 14.46 mm<sup>2</sup>/s respectively and the yield of PNIPA/PVP labelled with I-125 is 90%. H-NMR analysis result just showed the chemicals shift from PNIPA polymer and FTIR result of PNIPA/PVP IPNs polymer showed infra red absorption from functional groups of PNIPA polymer. PNIPA/PVP IPNs Polymer has been successfully synthesized, but its stability has to be observed as well as the radiochemical purity of PNIPA/PVP IPNs polymer labelled with I-125.

**Key words :**PNIPA, PVP, hidrogel, FTIR, H-NMR

## PENDAHULUAN

Poli-N-isopropilakrilamida (PNIPA) merupakan salah satu jenis polimer yang membentuk hidrogel. Hidrogel merupakan homopolimer hidrofilik atau kopolimer dan dapat mengembang dengan adanya air [1]. Hidrogel telah menjadi topik yang sangat menarik di kalangan peneliti dan telah banyak dikembangkan dalam berbagai bidang baik industri maupun biomedis[1,2]. Hidrogel memiliki sifat peka terhadap temperatur yakni terjadi perubahan wujud menjadi gel secara simultan yang terjadi pada temperatur transisinya. Hidrogel PNIPA memiliki temperatur transisi sekitar 32-33 °C[3]. Temperatur transisi ini dikenal sebagai LCST (*Lower Critical Solution Temperature*), yaitu jika polimer berada di media air pada suhu dibawah temperatur transisinya maka akan mengalami ekspansi jaringan dan hidrogel mengembang (*swelling*) karena air masuk ke dalam jaringannya. Sebaliknya, jika polimer berada pada kondisi media air pada suhu diatas temperatur transisinya maka hidrogel akan mengalami kontraksi pada struktur jaringan secara sempurna yang diikuti keluarnya air dari dalam jaringan [6].

Para peneliti telah banyak memodifikasi polimer PNIPA dengan polimer lainnya untuk menghasilkan polimer yang memiliki fungsi sesuai dengan aplikasinya. Beberapa kopolimer diantaranya adalah Poli(NIPA-co-N,N-diethylacryl amida) digunakan untuk bioaktif protein [3], poli(NIPA-co-methacrylic acid) yang memiliki respon terhadap temperatur dan pH digunakan untuk agen antithrombolitik[4], poli(NIPA-co-diallyldimethylammonium klorida) sebagai temperatur sensitif flokulant[5], Poli (NIPA-co-PVA) digunakan sebagai sistem pompa/on-off system yang dapat dipertimbangkan sebagai kandidat matriks dalam aplikasi di bidang kimia, farmasi dan kesehatan [6]. PNIPA memiliki potensi sebagai sumber matriks pembawa radioisotop untuk sumber terapi kanker

yang akan diinjeksikan ke dalam tubuh dimana terdapat jaringan sel kanker. Salah satu radioisotop yang dapat digunakan adalah iodium-125 (<sup>125</sup>I).

Salah satu penggunaan <sup>125</sup>I sebagai sumber terapi kanker adalah seed <sup>125</sup>I brakiterapi. Seed <sup>125</sup>I brakiterapi menggunakan kapsul logam yang telah ditandai dengan <sup>125</sup>I. Seed <sup>125</sup>I dengan dosis tertentu secara permanent ditanam ke dalam jaringan tubuh yang terdapat sel kanker dengan menggunakan sebuah aplikator [7,8]. Seed <sup>125</sup>I brakiterapi digunakan untuk terapi kanker prostat [7,8].

Hidrogel PNIPA dapat digunakan sebagai alternatif matriks pembawa radioisotop sebagai sumber terapi. Hidrogel PNIPA bertanda <sup>125</sup>I dapat diinjeksikan ke dalam jaringan kanker dengan mudah tanpa menggunakan aplikator hanya dengan syringe. PNIPA memiliki fluiditas yang baik sehingga dapat diinjeksikan kedalam jaringan kanker di dalam tubuh. Setelah masuk ke dalam jaringan kanker di dalam tubuh, cairan polimer tersebut akan segera menggumpal membentuk gel sehingga tidak menyebar ke seluruh tubuh.

Akan tetapi polimer PNIPA tidak dapat mengikat secara langsung radioisotop iodium-125 sehingga perlu dimodifikasi dengan polimer lain. Salah satu polimer yang dapat digunakan adalah polivinipirolidon (PVP) yang dapat digunakan sebagai jembatan penghubung antara <sup>125</sup>I dengan hidrogel PNIPA. Hidrogel PNIPA akan dicampur dengan PVP membentuk paduan polimer PNIPA/PVP yang akan ditandai dengan <sup>125</sup>I. Oleh karena itu, tujuan makalah ini adalah sintesis paduan polimer PNIPA/PVP) dan penandaan polimer dengan <sup>125</sup>I.

## METODOLOGI

### Bahan dan alat

Monomer N-isopropilakrilamida (NIPA) digunakan sebagai bahan dasar pembuatan polimer PNIPA, larutan ammonium persulfat (APS) dan N, N, N', N' Tetra methyl-1, 2-diamino ethane(TEMED) sebagai insiator,

Chloramin-T dan polivinilpirolidon dipasok dari Aldrich. Radioisotop iodium-125 diperoleh dari dalam negeri sendiri yakni dibuat oleh Pusat Teknologi Radioisotop dan Radiofarmaka-BATAN Serpong. Aquabidest dipasok dari dalam negeri (IPHA). Peralatan yang digunakan adalah Inkubator (*Esco*), analitik ACCULAB® ALC – 110.4, *stirring hot plate HEALTH MAGNETIC STIRRER*, termometer, tabung reaksi, peralatan gelas dari PYREX. Pengukuran radioaktivitas iodium-125 menggunakan *dose calibrator* ATOMLAB 100plus. Karakterisasi polimer menggunakan FTIR dari Bruker dan analisa proton *Nuclear Magnetic Resonance* (H-NMR) merk DELTA pada temperatur ruang dalam pelarut CDCL<sub>3</sub>.

## Tata Kerja

### a. Sintesis paduan polimer PNIPA/PVP

Sintesis paduan polimer PNIPA/PVP dilakukan dengan tiga variasi konsentrasi PVP. Tiga buah gelas piala 100 mL disiapkan. Masing-masing monomer NIPA ditimbang sebanyak 1 gram lalu dilarutkan dengan 20 mL akuabides dandihomogenkan dengan menggunakan *stirring hotplate magnetic stirer Corning PC 620 D* hingga larut. APS ditambahkan sebanyak 0,08 gram dan inisiator redoks TEMED sebanyak 0,06 mL dihomogenkan kembali hingga larut lalu didiamkan selama 60 menit. Setelah itu PVP ditambahkan dengan variasi konsentrasi sebanyak (0,1; 0,2 dan 0,3) gram pada masing-masing piala gelas kemudian dihomogenkan kembali hingga larut sempurna.

Viskositas paduan polimer PNIPA/PVP diukur dengan menggunakan viskometer *Cannon-Fenske tipe 513 40* ( viskometer Oswald) dan dilakukan pada variasi suhu (25, 27, 30, 32, 34, 36, 38, dan 40) °C. Wujud paduan polimer PNIPA/PVP diamati pada tiap perubahan suhu dan dihitung nilai viskositas tiap masing- masing PNIPA dengan jumlah PVP yang berbeda.

Viskostas polimer diukur dengan menggunakan viskometer *Ostwald* pada

temperatur kamar dengan cara mengalirkan sebanyak 10 ml polimer dialirkan ke dalam viskometer, dibiarkan mengalir dalam pipa dan dicatat waktu yang diperlukan polimer mengalir dari batas atas hingga batas bawah yang terdapat pada pipa viskometer. Untuk mengetahui viskositas kinematika polimer dihitung dengan menggunakan persamaan;

$$= k \cdot t$$

: Viskositas kinematika ( mm<sup>2</sup>/s )

k: Konstanta viskometer, 6.778 mm<sup>2</sup>/s<sup>2</sup>

t: Waktu (s)

### b. Karakterisasi paduan polimer PNIPA/PVP

Paduan polimer PNIPA/PVP yang telah disintesis kemudian di analisa untuk mengetahui karakteristik bahan polimer yang dihasilkan.

#### b.1 Proton Nuclear Magnetic Resonance (H-NMR)

Analisis H-NMR dilakukan pada paduan polimer PNIPA/PVP dengan pelarut CDCl<sub>3</sub> pada temperatur 29°C. Analisis H-NMR dilakukan di Laboratorium LIPI-KIMIA PUSPIPTEK Serpong.

#### b.2 Fourier Transform Infrared (FTIR)

Analisa FTIR dilakukan di Pusat Teknologi Radioisotop dan radiofarmaka yakni menggunakan *Bruker FT-IR ALPHA*. Sebanyak 100 mg sampel polimer digerus hingga halus, ditaruh dalam sampel holder FTIR dan selanjutnya dianalisa.

### c. Penandaan <sup>125</sup>I pada paduan polimer PNIPA/PVP

Ke dalam larutan Chloramin-T sebanyak 75 µL ditambahkan *buffer* fosfat 0,5 M pH 7,4 sebanyak 150 µL dan 5-6 mCi mCi NaI<sup>125</sup> ditambahkan sebanyak 75 µL, kemudian diukur aktivitas awal iodium-125 dengan menggunakan *Dose Calibrator ATOMLAB 100 plus*. Setelah diukur aktivitas awal, paduan polimer PNIPA/PVP ditambahkan sebanyak 1 mL, lalu diinkubasi selama 30 menit, kemudian sodium metabisulfid ditambahkan sebanyak 100 µL dan didiamkan selama 5 menit. Campuran dipanaskan pada penangas air bersuhu 40°C hingga terpisah fasa polimer dan

cairannya, kemudian aktivitas masing-masing polimer dan cairan diukur sehingga diperoleh % rendemen penandaan untuk mengetahui karakteristik polimer. Radioaktivitas  $^{125}\text{I}$  yang tidak tertandai yang ada pada cairan diukur dengan menggunakan *dose calibrator*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Sintesis paduan polimer PNIPA/PVP

Variasi konsentrasi 0 %, 0,5%, 1%, 1,5% (w/w) PVP dicampur dengan konsentrasi polimer 5% (w/w) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi sintesis paduan polimer PNIPA/PVP

Label	Daerah Temperatur transisi	Viskositas pada T =25 °C	Keterangan
PNIPA	27-30 °C	13,6 mm <sup>2</sup> /s	Dapat disyringe
PNIPA/PVP (0,5 %)	34-36 °C	14,46 mm <sup>2</sup> /s	Dapat disyringe
PNIPA/PVP (1 %)	27-34 °C	33,89 mm <sup>2</sup> /s	Tidak dapat disyringe ( kental )
PNIPA/PVP (1,5%)	27-36 °C	47 mm <sup>2</sup> /s	Tidak dapat disyringe (sangat kental )

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 1, semakin besar konsentrasi PVP maka semakin meningkat viskositas polimer. Hal ini diduga semakin besar konsentrasi PVP maka semakin meningkat berat molekul paduan polimer PNIPA/PVP yang terbentuk sehingga viskositas meningkat. Data pada Tabel 1. menunjukkan campuran polimer PNIPA dengan PVP memiliki temperatur transisi yang bervariasi. Akan tetapi temperatur transisi tersebut masih berada di bawah temperatur tubuh 37 °C sehingga memiliki potensi dikembangkan sebagai sumber radasi terapi pada polimer bertanda iodium-125. Polimer yang optimal adalah paduan polimer PNIPA/PVP dengan konsentrasi sebesar 0,5% karena memiliki daerah temperatur transisi yang tidak terlalu

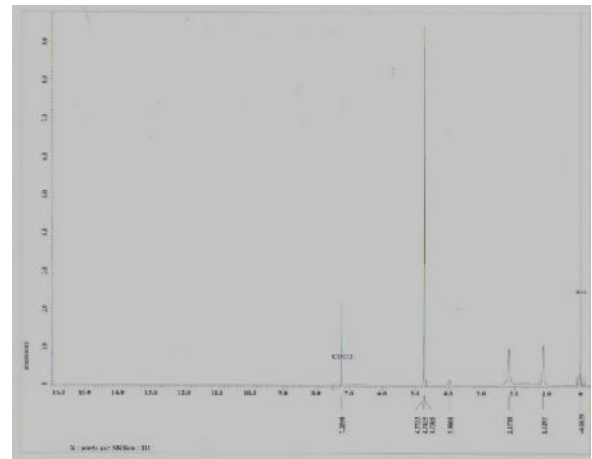
besar, dan tidak kental ( masih dapat diambil menggunakan syringe) sehingga mudah digunakan dalam aplikasinya nanti.

### b. Karakterisasi paduan polimer PNIPA/PVP

Berikut hasil karakterisasi paduan polimer PNIPA/PVP.

#### b.1 Proton Nuclear Magnetic Resonance (H-NMR)

Analisis H-NMR pada paduan polimer PNIPA/PVP dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Spektrum H-NMR paduan polimer PNIPA/PVP

Pada gambar 1. terlihat spektrum yang menunjukkan adanya pergeseran kimia yang dirangkum pada tabel 2.

Tabel 2. Data spektra H-NMR dari paduan polimer PNIPA/PVP

Pergeseran Kimia (ppm)	Pola Pembelahan	Nama
1,12	Singlet	Metilen
2,17	Singlet	Proton Vinil Polimer
3,97	Singlet	Proton -CH
4,73 – 4,77	Doblet	Amida
7,26	Singlet	CDCl <sub>3</sub>

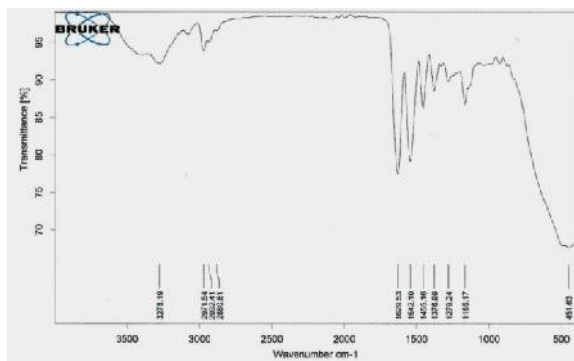
Berdasarkan Tabel 2, diketahui spectra H-NMR dari paduan polimer PNIPA/PVP menunjukkan adanya serapan pada = 1,13 ppm dengan pola pembelahan singlet yang menunjukkan puncak khas dari proton metilen, serapan pada = 2,17 ppm dengan pola pembelahan singlet menunjukkan puncak khas proton vinil polimer, serapan pada =

3,98 ppm dengan pola pembelahan singlet menunjukkan adanya proton  $-CH$ , serta adanya serapan pada 4,7 ppm dengan pola pembelahan triplet menunjukkan adanya amida karena PNIPA termasuk golongan amida serta serapan pada  $\delta = 7,26$  ppm dengan pola pembelahan singlet yang merupakan  $CDCl_3$ . Masih adanya serapan pada  $\delta = 7,26$  ppm disebabkan karena kemurnian  $CDCl_3$  hanya 99,96% sehingga dimungkinkan masih adanya atom H yang dapat menghasilkan serapan pada  $\delta = 7,26$  ppm.

Dilihat dari hasil analisis H-NMR dari paduan polimer PNIPA/PVP tersebut seharusnya ada serapan pada  $\delta = 3,0$  ppm yang menunjukkan adanya gugus pirol dari senyawaan PVP, namun pada hasil spektra tersebut tidak adaserapan pada  $\delta = 3,0$  ppm. Hal tersebut diduga karena konsentrasi PVP yang terikat pada PNIPA sangat kecil sehingga spektra yang muncul hanya dari PNIPA.

**b.2 Fourier Transform Infrared (FTIR)**

Hasil pengukuran polimer hasil sintesis menggunakan FTIR ditunjukkan pada Gambar 2 dan Tabel 3.



Gambar 2. FTIR dari paduan polimer PNIPA/PVP

Hasil pengukuran menunjukkan adanya serapan infra merah pada  $3440\text{ cm}^{-1}$  dan  $3278\text{ cm}^{-1}$  (mendekati N-H stretching vibration dari PNIPA);  $1542\text{ cm}^{-1}$  (mendekati N-H bending vibration);  $2971\text{ cm}^{-1}$  dan  $2880\text{ cm}^{-1}$  (mendekati Asymmetric dan antisymmetric stretching dari ikatan C-H isopropil);  $1629\text{ cm}^{-1}$  (carbonil stretching vibration).

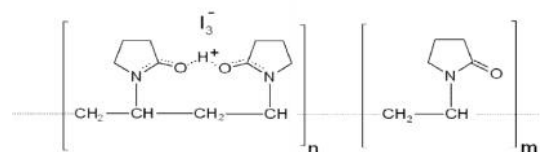
Tabel 3. Posisi serapan infra merah terhadap polimer PNIPA-co-PVP dari pustaka dan hasil pengukuran

Jenis gugus atom	Posisi serapan dari pustaka ( $\text{cm}^{-1}$ )	Posisi serapan hasil pengukuran ( $\text{cm}^{-1}$ )
N-H stretching vibration (amida sekunder)	Puncak lebar 3440 dan 3280	Puncak lebar 3440 dan 3278
N-H bending vibration	1545	1542
Asymmetric dan antisymmetric Stretching of C-H bond	Puncak lebar 2970 dan 2876	Puncak lebar 2971 dan 2880
C=O stretching vibration	1650	1629

Dari hasil pengukuran FTIR tersebut dapat diketahui bahwa puncak-puncak serapan polimer hasil sintesis mendekati beberapa puncak-puncak serapan infra merah dari PNIPA. Beberapa serapan infra merah pada FTIR hasil sintesis mengalami pergeseran, diduga karena adanya tambahan interaksi dari polimer polivinilpirolidone.

**d. Penandaan  $^{125}\text{I}$  pada paduan polimer PNIPA/PVP**

Polimer yang telah berhasil disintesis kemudian dilakukan pendinginan vakum (freeze dryer) sehingga didapatkan padatan polimer yang bebas air. Sejumlah 0,2 gram paduan polimer PNIPA/PVP ditandai dengan Iodium-125 dengan aktivitas 5,6 mCi tetapi Iodium-125 yang terdapat pada polimer sebesar 5,07 mCi sehingga yield penandaan sebesar 90 %. Iodium-125 diharapkan terikat pada PVP secara intermolekul yakni membentuk ikatan kompleks yang terlihat pada gambar 5 [9].



Gambar 5. Iodium membentuk ikatan kompleks dengan PVP

## KESIMPULAN

Paduan polimer PNIPA/PVP bertanda  $^{125}\text{I}$  telah berhasil dibuat dengan bahan dasar monomer N-isopropilakrilamida (NIPA) dan polimer PVP dengan menggunakan inisiator redoks APS dan TEMED. Paduan polimer PNIPA/PVP dengan konsentrasi PVP sebesar 0,5 % memberikan sifat polimer yang optimal dengan temperatur transisi 34-36 °C dan viskositas 14,46 mm<sup>2</sup>/s.

Yield penandaan I-125 pada paduan polimer PNIPA/PVP diperoleh sebesar 90 %. Hasil karakterisasi H-NMR dan FTIR menunjukkan polimer PNIPA lebih dominan dibandingkan dengan polimer PVP.

## SARAN

Pada tahap selanjutnya diperlukan data kemurnian radiokimia dan data kestabilan paduan polimer PNIPA/PVP bertanda  $^{125}\text{I}$  baik secara invitro maupun in vivo.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Tim proses pembuatan iodine-125 yang diketuai Bapak Daya Agung Sarwono.

## DAFTAR PUSTAKA

1. L. KLOUDA, A.G MIKOS. Thermoresponsive hydrogels in biomedical applications. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics* 68 (2008) 34-45.
2. AHMED. ENAS M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. *Journal of Advanced Research* (2013)
3. Z.M.O. RZAEV DKK. Functional copolymers of N-isopropylacrylamide for bioengineering applications. *Prog.Polym.Sci.*32 (2007) 534-595.
4. BRAZEL CS, PEPPAS NA. Pulsatile local delivery of thrombolytic and antithrombotic agents using poly(N-isopropylacrylamide-co-methacrylic acid) hydrogels, *J Control Release* 1996;39:57-64
5. DENG Y, PELTON R. Synthesis and solution properties of poly(N-isopropylacrylamide-co-diallyldimethylammonium chloride). *Macromolecules* 1995;28:4617-21
6. ERIZAL DAN RAHAYU C. Thermo-responsive hydrogel of poly vinyl alcohol (PVA)-co-N-isopropyl acrylamide (NIPAAM) prepared by – radiation as a matrix pumping/on-off system. *Indo.J.Chem.*, 2009,9(1),19-27
7. J.CROOK. The role of Brachytherapy in the definitive management of prostate cancer. *Cancer/Radiotherapy* 15 (2011)230-237.*Adult Urology* 62 (3), 2003.
8. MATZKIN H, DKK. Iodine-125 brachytherapy for localized prostate cancer and urinary morbidity: a prospective comparison of two seed implant methods-preplanning and intraoperative planning. *Urology* 62(3), 2003.
9. N Z ABDEL. Formulation of povidone iodine toothpaste and evaluation of its chemical stability. *Asian journal of pharmaceutics.*,2011,5(2), 125-128.