

ISBN 978-979-3558-23-3

**PROSIDING SEMINAR ILMIAH HASIL
PENELITIAN TAHUN 2009**

APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

Jakarta, 02 Desember 2010



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
JAKARTA 2011**

- Penyunting :
1. Prof. Dr. Ir. Mugiono - PATIR-BATAN
 2. Prof. Ir. Sugiarto - PATIR-BATAN
 3. Prof. Ir. A. Nasroh Kuswadi, M.Sc - PATIR-BATAN
 4. Dra. Rahayuningsih Chosdu, MM - PATIR-BATAN
 5. Dr. Paston Sidauruk - PATIR-BATAN
 6. Dr. Hendig Winarno, M.Sc. - PATIR-BATAN
 7. Dr. Ir. Sobrizal - PATIR-BATAN
 8. Ir. Suharyono, M.Rur.Sci - PATIR-BATAN
 9. Prof. Dr. Ir. Abd. Latief Toleng - UNHAS
 10. Dr. Nelly Dhevita Leswara - UI

SEMINAR ILMIAH HASIL PENELITIAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (2009 : JAKARTA), Prosiding seminar ilmiah hasil penelitian aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 2 Desember 2010 / Penyunting, Mugiono ... (*et al.*) -- Jakarta : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, 2011.

i, 451 hal.; ill.; tab.; 30 cm

ISBN 978-979-3558-23-3

I. Isotop - Seminar I. Judul II. Badan Tenaga Nuklir Nasional III. Mugiono

541.388

Alamat : Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12440
Telp. : 021-7690709
Fax. : 021-7691607
021-7513270
E-mail : patir@batan.go.id
sroji@batan.go.id
Home page : <http://www.batan.go.id/patir>

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dimana atas berkat dan rahmat Nyalah maka Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Aplikasi Isotop dan Radiasi tahun 2009 Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional dapat diselesaikan.

Pada kesempatan ini perkenankanlah kami menginformasikan kepada masyarakat tentang hasil kegiatan penelitian PATIR-BATAN berupa buku "Prosiding Seminar Ilmiah Hasil Penelitian Aplikasi Isotop dan Radiasi, tahun 2009", Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tanaga Nuklir Nasional (2011).

Penyusun menyampaikan permintaan maaf apabila pada penerbitan ini, masih banyak hal yang kurang sempurna, untuk itu kami sangat mengharapkan saran perbaikan. Tidak lupa pula penyusun juga menyampaikan terima kasih kepada para penulis dan semua pihak yang telah membantu dalam persiapan maupun pelaksanaan penerbitan buku Prosiding tersebut.

Jakarta, 7 Februari 2011

Penyusun,

DAFTAR ISI

Pengantar.....	i
Daftar Isi	iii
Bidang Pertanian	
Pemuliaan tanaman padi untuk mendapatkan varietas unggul nasional dan hibrida; observasi dan uji daya hasil pendahuluan galur mutan asal iradiasi ki 237 dan ki 432 SOBRIZAL, CARKUM, NANA SUPRIATNA, YULIDAR, WINDA PUSPITASARI.....	1
Uji daya hasil dan respon terhadap serangan jamur <i>aspergillus flavus</i> pada galur mutan kacang tanah PARNO DAN SIHONO	7
Uji adaptasi, uji ketahanan terhadap penyakit dan hama penting serta analisis nutrisi galur-galur mutan harapan kedelai umur sedang dan genjah berukuran biji besar HARRY IS MULYANA, ARWIN, TARMIZI DAN MASRIZAL	13
Pemurnian dan pendeskripsian sifat agronomi mutan padi rendah kandungan asam fitat ARWIN, AZRI KUSUMA DEWI, YULIDAR DAN WINDA PUSPITASARI.....	29
Perbaikan genetik tanaman kacang hijau toleran cekaman abiotik (kekeringan) dan biotik melalui teknik mutasi dan bioteknologi YULIASTI, SIHONO DAN SISWOYO	37
Pembentukan populasi dasar padi hitam dengan teknik mutasi SHERLY RAHAYU, MUGIONO, HAMBALI, DAN YULIDAR	45
Peningkatan keragaman genetik bawang merah (<i>allium ascalonicum</i> l.) melalui pemuliaan mutasi ISMIYATI SUTARTO DAN MARINA YUNIAWATI	53
Perbaikan sifat tanaman obat <i>artemisia cina</i> dengan sinar gamma ARYANTI, ULFA TAMIN DAN MARINA YUNIAWATI	61
Observasi galur mutan tanaman jarak pagar (<i>jatropha curcas</i> l.) generasi m1v5 pada tahun ketiga ITA DWIMAHYANI , SASANTI WIDIARSIH, WINDA PUSPITASARI DAN YULIDAR	67

Observasi, seleksi dan uji daya hasil lanjut galur mutan tanaman kapas (<i>Gossypium hirsutum</i> .L) dengan teknik mutasi LILIK HARSANTI, ITA DWIMAHYANI, TARMIZI, SISWOYO DAN HAMDANI	75
Perbaikan varietas padi sawah dengan teknik mutasi MUGIONO, SHERLY RAHAYU, HAMALI, YULIDAR	85
Pengujian ketahanan galur-galur mutan sorgum terhadap lahan masam SOERANTO HUMAN, SIHONO, PARNO DAN TARMIZI.....	93
Perbaikan varietas padi lokal dan padi gogodengan teknik pemuliaan mutasi : uji daya hasil, serta seleksi galur mutan padi lokal dan padi gogo AZRI KUSUMA DEWI, MUGIONO, HAMBALI, YULIDAR DAN SUTISNA.....	103
Optimalisasi pemupukan padi sawah hasil litbang batan dengan teknik nuklir HARYANTO	115
Budidaya padi sawah dengan sistem sri dan bahan organik pupuk kandang SETIYO HADI WALUYO	125
Produksi Azofert (Reformulasi Azora) ANIA CITRARESMINI, SRI HARTI S., HALIMAH, ANASTASIA D.....	135
Penghematan pupuk dalam sistem pergiliran tanaman di lahan kering/ tadah hujan IDAWATI DAN HARYANTO.....	143
Uji terap dan uji toksisitas formulasi penglepasan terkendali (fpt) insektisida dimehipo terhadap serangga yang diinokulasikan pada tanaman padi SOFNIE M.CHAIRUL, HENDARSIH, DAN A.N. KUSWADI.....	153
Uji virulensi isolat <i>beauveria bassiana</i> (balsamo) vuill. (deuteromycotina: hyphomycetes) terhadap hama sayuran (lanjutan) MURNI INDARWATMI, A.N. KUSWADI, DAN INDAH A. NASUTION....	165
Perbaikan kualitas lalat buah <i>bactrocera carambolae</i> (drew & hancock) (diptera = tephritidae) mandul untuk pengendalian dengan teknik serangga mandul INDAH ARASTUTI NASUTION, MURNI INDARWATMI DAN A. NASROH KUSWADI.....	173
Uji kandungan nutrisi sorgum fermentasi untuk mengetahui kemampuannya sebagai pakan ruminansia secara <i>in vitro</i> LYDIA ANDINI, W. TEGUH S., DAN EDY IRAWAN K.....	181

Inovasi pakan komplit terhadap fermentasi rumen, pencernaan dan penambahan berat badan pada ternak domba SUHARYONO, C. E. KUSUMANINGRUM, T. WAHYONO DAN D. ANSORI.....	189
Budidaya ikan air tawar yang diberi pakan stimulan dengan pemanfaatan teknik nuklir. ADRIA PM	195
Daun <i>tithonia diversifolia</i> , sebagai penyusun pakan komplit ternak Ruminansia Secara <i>In-Vitro</i> FIRSONI.....	201
Respon imun <i>brucella abortus</i> untuk pengembangan vaksin iradiasi brucellosis BOKY JEANNE TUASIKAL, TRI HANDAYANI, TOTTI TJIPTOSUMIRAT	209
Uji lapang terbatas bahan vaksin fasciolosis untuk ternak ruminansia TRI HANDAYANI, BOKY JEANNE TUASIKAL, T. TJIPTOSUMIRAT.....	219
Bidang Proses Radiasi	
Uji coba produksi tulang xenograf radiasi untuk pemakaian periodontal BASRIL ABBAS.....	229
Sintesis dan karakterisasi <i>injectable</i> komposit hidroksiapatit –pvp-kitosan dengan iradiasi berkas elektron sebagai graft tulang sintetik DARMAWAN DARWIS, LELY H., YESSY WARASTUTI DAN FARAH NURLIDAR	239
Sintesis iradiasi komposit tricalcium fosfat (tcp)- kitosan untuk graft tulang dan karakterisasi sifat fisiko-kimianya ERIZAL, A.SUDRAJAT, DEWI S.P.	245
Metode rt-pcr (<i>reverse transcription-polymerase chain reaction</i>) dan hibridisasi dot blot dengan pelacak berlabel ³² p untuk deteksi hcv (<i>hepatitis c virus</i>). LINA, M.R	253
Uji praklinis simplisia mahkota dewa (<i>phaleria macrocarpa</i> (scheff) boerl.) radiopasteurisasi sebagai antidiabetes pada tikus NIKHAM DAN RAHAYUNINGSIH CHOSDU	261

Pengaruh radiopasteurisasi pada simplisia kulit batang mahkota dewa (<i>phaleria macrocarpa (scheff) boerl.</i>) terhadap aktivitas anti kanker (lanjutan) ERMIN KATRIN, SUSANTO DAN HENDIG WINARNO	269
Pembuatan membran elektrolit dengan teknologi proses radiasi untuk direct methanol fuel cell (dmfc) AMBYAH SULIWARNO	279
Formulasi peningkat indeks viskositas minyak lumas sintetis MERI SUHARTINI, RAHMAWATI, I MADE SUMARTI KARDHA HER WINARNI, DEVI LISTINA P	287
Tinjauan membran serat berongga polisulfon untuk hemodialisis KRISNA LUMBAN RAJA, DEWI SEKAR P, NUNUNG, DAN OKTAVIANI	297
Degradasi lignoselulosa serbuk kayu menggunakan radiasi berkas elektron SUGIARTO DANU, DARSONO, MADE SUMARTI KARDHA, DAN MARSONGKO	313
Efektivitas khitosan iradiasi sebagai bahan pengawet makanan GATOT TRIMULYADI REKSO	321
Pengaruh ekstrak rendang iradiasi dosis tinggi terhadap kapasitas antioksidan, proliferasi limfosit dan hemolisis eritrosit manusia ZUBAIDAH IRAWATI ¹ , KAMALITA PERTIWI ² , DAN FRANSISKA RUNGKAT-ZAKARIA ²	329
Cemaran awal dan dekontaminasi bakteri patogen pada sayuran hidroponik dengan iradiasi gamma. HARSOJO.....	341
Aplikasi teknik radiasi dalam penanganan jamur kering IDRUS KADIR DAN HARSOJO	349
Bidang Kebumihan dan Lingkungan	
Teknik nuklir untuk penelitian reservoir dan aliran dua fasa pada lapangan panasbumi lahendong, sulawesi utara DIJONO, ABIDIN, ALIP, RASI P.	363
Aplikasi dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi dalam pengelolaan sumberdaya air di banten DJIONO, ABIDIN, PASTON, SATRIO, BUNGKUS P, RASI P	377

Formulasi konsentrat pupuk organik hayati berbasiskompos radiasi NANA MULYANA, DADANG SUDRAJAT, ENDRAWANTO WIDAYAT,	401
Pengembangan metode pengujian toxin paralytic shellfish poisoning sebagai saxitoxin dengan teknik nuklir WINARTI ANDAYANI , AGUSTIN SUMARTONO DAN BOKY JEANNE TUASIKAL.....	413
Instrumental analisis pengaktifan neutron (inaa) sedimen pesisir pltu suralaya; identifikasi polutan ALI ARMAN, YULIZON MENRY, SURIPTO, DARMAN DAN HARIYONO	421
Studi interkoneksi sungai bawah tanah di bribin – baron, di daerah karst gunung kidul WIBAGIYO, PASTON S. SATRIO.....	431
Studi kinetika karakterisasi biodegradasi bahan organik dari bagase tebu dan limbah nanas TRI RETNO D.L, DADANG SUDRAJAT, NANA MULYANA DAN ARIF ADHARI	441

SINTESIS DAN KHARAKTERISASI *INJECTABLE* KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT – PVP-KITOSAN DENGAN IRADIASI BERKAS ELEKTRON SEBAGAI GRAFT TULANG SINTETIK

Darmawan Darwis, Lely H., Yessy Warastuti dan Farah Nurlidar

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi- BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Pasar Jumat, Jakarta Selatan
Telp.021-7690709; Fax: 021-7691607

ABSTRAK

SINTESIS DAN KHARAKTERISASI *INJECTABLE* KOMPOSIT HIDROKSIAPATIT-PVP-KITOSAN DENGAN IRADIASI BERKAS ELEKTRON SEBAGAI GRAFT TULANG SINTETIK. Telah dilakukan pembuatan *injectable* komposit hidroksiapatit-polivinilpirolidon-kitosan (HA-PVP-kitosan) dengan menggunakan teknik radiasi berkas elektron pada dosis 25 kGy. Komposit ini dimaksudkan sebagai substitusi graft tulang alamiah seperti *allograft* dan *xenograft* yang akan digunakan pada berbagai kasus kerusakan tulang (*bone defect*). Pada penelitian ini digunakan formula komposit HA-PVP-kitosan dengan perbandingan berat 2:3:1, dimana konsentrasi larutan PVP yang digunakan bervariasi antara 0,5 hingga 4 % dan kitosan dengan konsentrasi 1% dalam asam asetat glasial. Formula komposit lalu dimasukkan dalam siringes dan dikemas dengan kantong plastik PE serta diiradiasi dengan iradiasi berkas elektro pada dosis 25 kGy. Setelah iradiasi, dilakukan pengujian terhadap parameter yaitu fraksi gel, kemampuan mengalir dari syringe, viskositas dan sterilitas komposit. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kemudahan komposit untuk diinjeksikan bergantung dari konsentrasi PVP yang digunakan. Dari 5 konsentrasi PVP yang digunakan, formula komposit HA-PVP-kitosan dengan konsentrasi PVP 0,5 dan 1% merupakan bahan *injectable* komposit yang potensial karena mempunyai sifat mudah diinjeksikan, pasta stabil dan kompak, konstituen homogen dan elastis. Sedangkan formula dengan komposisi PVP 2 dan 4% mempunyai sifat sukar untuk diinjeksikan dan pasta yang terbentuk sangat kaku. Uji sterilitas menunjukkan bahwa seluruh komposit hasil iradiasi berkas elektron pada dosis 25 kGy bersifat steril. Viskositas komposit dengan konsentrasi PVP 0,5; 0,75; 1; 2 dan 4 % berturut-turut 3600, 3840, 4080, 6400 dan 7000 dyn.s/cm² (poise, P)

Kata kunci: hidroksiapatit, tulang sintetik, iradiasi berkas elektron dan PVP

PENDAHULUAN

Pengembangan suatu metode bedah non invasive untuk menangani kasus kerusakan tulang terus berkembang. Salah satu metode bedah non ionvasif dalam penanganan defek tulang yaitu menggunakan material graft tulang yang dapat diinjeksikan (*injectable*) melalui syringe dan jarum suntik sehingga tidak diperlukan operasi terbuka dan dapat meminimalisir resiko operasi (1). Berbagai kasus kerusakan tulang seperti pada bidang ortopedi dan periodontal memerlukan material graft tulang dalam konstituen pasta sehingga dapat diinjeksikan melalui syringe sehingga proses penyembuhan tulang (*osteosis*) berlangsung dengan sempurna.

Pada tahun 2008 Darmawan dkk (2), telah melakukan pembuatan hidroksi apatit sebagai bahan dasar komposit dengan metode basah (*Wet method*) menggunakan kalsium hidroksida Ca(OH)₂ dan asam fosfat pada pH dan suhu tertentu. Pembuatan komposit berbasis HA dengan polimer PVP dan PVA juga telah dilakukan. Karakterisasi terhadap sifat-sifat HA dan komposit

seperti kemurnian HA apatit dengan menggunakan FTIR, penentuan ratio Ca/P serta ukuran partikel dengan SEM telah dilakukan. Polivinil pirolidon (PVP) merupakan salah satu polimer hidrofilik yang bersifat biokompatibel terhadap cairan tubuh dan banyak digunakan dalam bidang farmasi. PVP bila diradiasi dengan berkas electron atau sinar gamma pada dosis tertentu dapat membentuk ikatan silang sehingga viskositasnya meningkat dan dapat membentuk konstituen seperti pasta (3). Kitosan merupakan bahan alam yang banyak terdapat di Indonesia. Kitosan dapat dihasilkan dari proses deasetilisasi kitin dengan menggunakan asam pekat. Kitosan mempunyai kemampuan untuk meningkatkan proses regenerasi tulang melalui osteoinduksi yaitu menginduksi tulang host sehingga proses regenerasi tulang menjadi lebih cepat (4 dan 5). Untuk mendapatkan suatu tulang sintetik yang bersifat osteoinduksi, osteokonduksi dan dapat diinjeksikan melalui jarum suntik, maka telah dilakukan pembuatan komposit HA-PVP-kitosan steril dan bersifat *injektable* menggunakan iradiasi berkas elektron pada dosis 25 kGy.

METODOLOGI

Bahan dan alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah kalsium hidroksida Ca(OH)_2 (Merck), asam fosfat (H_3PO_4) (Merck), polivinil pirolidon (PVP) K-90 (Fluka), kitosan (PATIR-BATAN), amoniak, dan air suling. Semua bahan kimia yang digunakan berkualitas pro analisis (Pa).

Alat yang digunakan adalah: mesin berkas elektron, *scanning electron microscope*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, oven, otoklav, pH meter, dan alat gelas lainnya.

METODE

Pembuatan Hidroksiapatit (HA). HA dibuat dengan metode basah melalui prinsip reaksi antara kalsium hidroksida dan asam fosfat pada suhu 70°C dan pH 9. Suspensi Ca(OH)_2 dibuat dengan mencampurkan 25 gram Ca(OH)_2 dalam 250 ml air suling. Campuran lalu dipanaskan pada suhu 70°C sambil diaduk dengan magnetik stirer. Larutan suspensi lalu diukur pH, ditambahkan 150 ml larutan asam fosfat 1,28 M tetes demi tetes dengan kecepatan 0.85-0,9 ml/menit (17 s/d 18 tetes per menit). Pada saat penambahan larutan asam fosfat, terjadi penurunan pH suspensi. Untuk mencegah agar pH tidak lebih rendah dari 9, pada saat pH larutan suspensi mencapai 10, perlahan-lahan kedalam larutan ditambahkan amoniak 1 N bersamaan dengan penambahan asam fosfat hingga larutan asam fosfat habis. Pemanasan dilanjutkan pada 70°C dengan pengadukan selama 2 jam, lalu suspensi didiamkan selama 24 jam. Suspensi disaring dengan menggunakan corong Buchner kertas saring kasar dengan vakum sehingga endapan terpisah dari larutan. Endapan yang diperoleh dicuci dengan air suling sehingga bebas chlorida (diuji dengan larutan Ag nitrat, tidak

berwarna/tidak ada endapan). Endapan dikeringkan dalam oven suhu 60°C selama 24 jam dan dihaluskan dengan mortar serta diayak menggunakan saringan stainless steel mesh berukuran 100 mesh.

Pembuatan komposit HA-PVP-kitosan. Dibuat satu seri formula komposit HA-PVP-kitosan dengan perbandingan berat 2:3:1 dimana PVP yang digunakan mempunyai konsentrasi yang bervariasi yaitu 0,5, 0,75, 1, 2 dan 4 % b/v. Untuk pembuatan komposit HA-PVP-kitosan dengan kandungan PVP 0,5 % dilakukan dengan cara sebagai berikut pada 2 gram powder nanopartikel HA ditambahkan 3 gram larutan PVP 0,5% dan 1 gram Khitosan 1% dalam larutan asam asetat. Campur kemudian dihaduk hingga homogen, lalu dimasukkan kedalam syringe dan di kemas dalam kantong plastik PE.

Iradiasi komposit HA-PVP-kitosan. Iradiasi komposit dilakukan menggunakan berkas elektron pada dosis 25 kGy

Analisis

Penentuan fraksi gel, untuk mengetahui jumlah polimer PVP pada komposit yang memebentuk ikatan silang akibat iradiasi gamma dilakukan penentuan fraksi gel yang dengan cara mengekstraksi kompsit hasil iradiáis dalam larutan air pada suhu 90°C selama 8 jam, kemudian gel yang terbentuk dikeringkan pada suhu 105°C hingga berat konstan. Fraksi gel dihitung dengan rumus:

$$\text{Fraksi gel} = \frac{W_k}{W_a} \times 100\%$$

W_k = berat gel kering setelah ekstraksi (mg)

W_a = berat awal komposit (mg)

Pengamatan fisik komposit, untuk mengetahui konstituen dan kemudahan komposit diinjeksikan dari syringe dilakukan secara manual yaitu dengan cara menginjeksikan syringe yang telah berisi komposit. Komposit yang telah kelua dari syringe diamati konsyituennya.

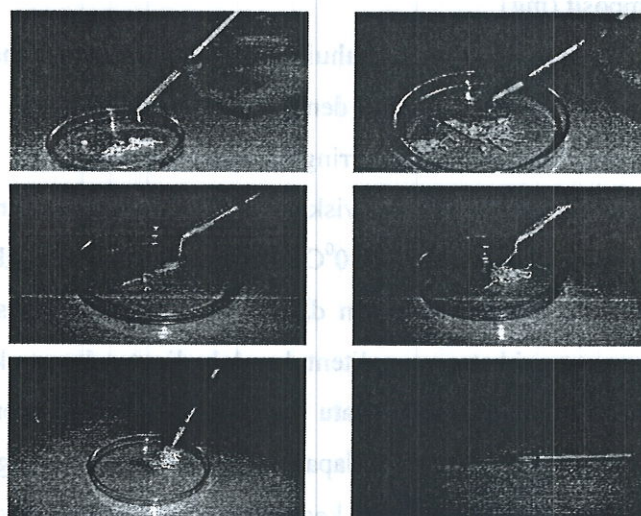
Viskositas dan kecepatan alir, Penentuan viskositas dilakukan dengan menggunakan viskometer Brookfield type RV pada suhu kamar (28-30⁰C) dengan mengamati angka pada skala viskometer pada kecepatan tertentu. Sediaan diletakkan dalam wadah berupa gelas piala dan spindel yang sesuai dan dimasukkan sampai batas yang ditentukan lalu diputar dengan kecepatan tertentu sampai jarum merah viskometer menunjuk pada suatu skala yang konstan. Penentuan sifat alir dilakukan dengan mengubah kecepatan sehingga didapat viskositas pada berbagai rpm. sifat alir dapat diketahui dengan cara membuat kurva antara kecepatan geser (rpm) versus gaya (dyne/cm²).

Uji sterilitas komposit, untuk mengetahui apakah komposit yang dihasilkan dengan iradiasi berkas elektron pada dosis 25 kGy bersifat steril, dilakukan pengujian dengan menanamkan pasta

komposit yang telah diiradiasi pada media TSB (Tryptic Soy Broth). Sebanyak 20 sampel komposit dari masing-masing formula ditanamkan pada media TSB. Kemudian media diinkubasi pada suhu 37⁰C selama 14 hari. Pengamatan dilakukan setiap hari terhadap adanya komposit yang tidak steril yang ditandai dengan kekeruhan pada media.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini pasta komposit HA-PVP-kitosan dengan berbagai konsentrasi PVP antara 0,5 sampai 4% dilakukan dengan iradiasi berkas elektron 25 kGy. Pemilihan dosis iradiasi 25 kGy didasarkan pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya dimana larutan PVP dalam air bila diiradiasi menggunakan sinar gamma pada dosis 25 kGy akan membentuk hidrogel (6). Selain itu pemilihan dosis iradiasi 25 kGy karena merupakan dosis sterilisasi untuk alat kesehatan. (7). Gambar 1 dan Tabel 1 memperlihatkan sifat fisik komposit HA-PVP-kitosan dengan berbagai konsentrasi PVP. seperti juga terlihat pada Gambar 1a). Sedangkan komposit dengan konsentrasi PVP 0,75 dan 1% menunjukkan sifat-sifat fisik seperti mudah diinjeksikan, pasta stabil dan kompak, konstituen homogen dan elastis. Komposisi ini sangat ideal untuk digunakan sebagai pasta yang bersifat *injektable* karena dapat mengisi seluruh bagian defek tulang secara homogen dan kompak. Pasta komposit dengan konsentrasi PVP 0,75 sampai 1% mempunyai viskositas 3840, 4080 poise dan bersifat pseudoplastik. Sebaliknya komposit dengan konsentrasi PVP 2 dan 4% mempunyai sifat-sifat fisik seperti sukar diinjeksikan, pasta agak kaku dan tidak elastis, dan setelah diinjeksikan, pasta tidak dapat menyatu. Sifat sukar mengalir dari komposit dengan konsentrasi PVP 2 dan 4% ini disebabkan karena viskositasnya yang sangat tinggi yaitu 6400 sampai 7000 poise.



Gambar 1. Sifat alir komposit HA-PVP-kitosan hasil iradiasi dengan berbagai konsentrasi PVP yaitu a) 0,5%; b) 0,75%; c) 1%; d) 2%; e) 4% dan f) komposit dalam syringe sebelum diinjeksikan. Tabel 1. sifat fisisk komposit HA-PVP-kitosan dengan berbagai konsentrasi PVP

Konsentrasi PVP (%)	Karakter komposit
0,5	Sangat mudah diinjeksikan, pasta berair, konstituen lembek
0,75	Mudah diinjeksikan, pasta stabil dan kompak, konstituen homogen dan elastis
1	Mudah diinjeksikan, pasta stabil dan kompak, konstituen homogen dan elastis
2	Sukar diinjeksikan, pasta agak kaku dan tidak elastis, tidak dapat menyatu
4	Sangat sukar diinjeksikan, pasta kaku dan tidak elastis, tidak dapat menyatu

Fraksi gel merupakan fraksi yang tidak terlarut dalam pelarut polimer yang menunjukkan adanya struktur ikatan silang (*crosslinking*) pada suatu sistem polimer tersebut sebagai akibat dari irradiasi sinar gamma atau berkas elektron. Sedangkan bagian/fraksi yang terlarut disebut fraksi sol. Makin besar fraksi gel berarti semakin banyak ikatan silang yang terbentuk dan akibatnya viskositas semakin bertambah. Fraksi gel komposit pada berbagai konsentrasi PVP hasil iradiasi berkas elektron dengan dosis 25 kGy ditunjukkan pada Tabel 2. Sebagaimana terlihat pada tabel 2, fraksi gel bertambah dengan bertambahnya konsentrasi larutan PVP. Irradiasi terhadap komposit HA-PVP-kitosan dengan konsentrasi PVP 0,5; 0,75; 1; 2 dan 4 % b/v dengan berkas elektron pada dosis 25 kGy menghasilkan fraksi gel berturut-turut 8; 14,4; 17,4; 18,7; dan 20,3%. Sebagaimana disebutkan diatas bahwa semakin besar fraksi gel komposit, maka viskositas semakin besar. Pada komposit dengan fraksi gel diatas 18% memberikan viskositas diatas 6400 Poise. Nilai viskositas yang besar ini menyebabkan komposit sukar diinjeksikan dari syringe dan pasta yang terbentuk bersifat kaku. Sebaliknya komposit dengan fraksi gel antara 14 dan 17 % memberikan sifat yang ideal sebagai bahan *injectable* yaitu mudah diinjeksikan, pasta stabil dan kompak, konstituen homogen dan elastis. Sedangkan komposit HA-PVP-kitosan dengan konsentrasi PVP 0,5 mempunyai fraksi gel 8% dan viskositas 3600 Poise sebagaimana diperlihatkan pada Tabel 3. Dengan fraksi gel yang terlalu kecil <10% menyebabkan pasta komposit menjadi tidak stabil dan sangat mudah mengalir.

Tabel 2. Fraksi gel komposit HA-PVP-kitosan pada berbagai konsentrasi PVP

Konsentrasi PVP (%)	Fraksi gel (%)
0,5	8
0,75	14,4
1	17,4
2	18,7
4	20,3

Tabel 3. Viskositas komposit HA-PVP-kitosan pada berbagai konsentrasi PVP

Konsentrasi PVP (%)	Viskositas (Poise)
0,5	3600
0,75	3840
1	4080
2	6400
4	7000

Hasil pengujian terhadap sterilitas komposit HA-PVP-kitosan menunjukkan bahwa seluruh komposit yang dihasilkan dengan iradiasi berkas elektron bersifat steril. Pengamatan selama 14 hari terhadap media TSB yang telah diberi komposit tidak menunjukkan adanya kekeruhan. Hal ini berarti bahwa semua komposit yang diuji bersifat steril.

KESIMPULAN

Dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa iradiasi berkas elektron pada dosis 25 kGy terhadap komposit HA-PVP-kitosan dengan berbagai konsentrasi PVP antara 0,5 sampai 4% mempunyai sifat-sifat yaitu komposit dengan konsentrasi PVP 0,75 – 1% menghasilkan pasta yang mudah diinjeksikan, pasta stabil dan kompak, konstituen homogen dan elastis, mempunyai fraksi gel antara 14-17%, mempunyai viskositas antara 3800 sampai 4080 dan sangat ideal sebagai material injectable. Sebaliknya komposit dengan konsentrasi PVP 2 dan 4% mempunyai sifat sukar diinjeksikan, pasta agak kaku dan tidak elastis, dan setelah diinjeksikan, pasta tidak dapat menyatu.

DAFTAR PUSTAKA

1. Emily, Y.O., Engineering Bioactive Polymers for the Next Generation of Bone Repair, Doctoral Thesis, Drexel University, 2005, hal 24.
2. Darmawan dan Yessy Warastuti, Sintesis dan karakterisasi komposit hidroksi apatit sebagai graft tulang sintetik, *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, **11**, 1, 2008, hal 33-42.
3. Rosiak, M.J., Radiation Formation of Hydrogel for Biomedical Application, The International Atomic Energy Agency Report, 2002
4. R. A. A. Muzzarelli, M. Mattioli Belmonte dan O. Talassi, Osteoinduction by Chitosan-Complexed BMP: Morpho-Structural Responses in an Osteoporotic Model, *Journal of Bioactive and Compatible Polymers*, Vol. 12, No. 4, 1997, hal 321-329
5. Bülend Inanç, A. et.al., Encapsulation and osteoinduction of human periodontal ligament fibroblasts in chitosan-hydroxyapatite microspheres, *J Biomed Mater Res*, vol 82, 2007, hal. 917-926
6. Darmawan D., Hilmy, N., synthesis of Hydrogel PVP for wound dressing in tropical country, *J. Radiat. Phys. And Chem.*,
7. International Organization for Standardization (ISO), Sterilization of Health care products – Radiation sterilization – Substantiation of 25 kGy as a sterilization dose for small or infrequent production batches, ISO/TS 13409, first edition, 2002.