

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**

- ISBN 978-979-3558-23-3
- 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
- APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI  
Jakarta 02 Desember 2010

---

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

1. 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>

BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
PUSAT APLIKASI TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI  
JAKARTA

## **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
<b>Bidang Pertanian</b>	
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
<b>Bidang Proses Radiasi</b>	
Uji coba produksi tulang xenograf radiasi untuk pemakaian periodontal BASRIL ABBAS.....	229
Sintesis dan kharakterisasi <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 <sup>32</sup> 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 <sup>1</sup> , KAMALITA PERTIWI <sup>2</sup> , DAN FRANSISKA RUNGKAT-ZAKARIA <sup>2</sup> .....	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
<b>Bidang Kebumihan dan Lingkungan</b>	
Teknik nuklir untuk penelitian reservoir dan aliran dua fasa pada lapangan panasbumi lahendong, sulawesi utara DJIJONO, 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



## UJI COBA PRODUKSI TULANG XENOGRAF RADIASI UNTUK PEMAKAIAN PERIODONTAL

**Basril Abbas**

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

### ABSTRAK

**UJI COBA PRODUKSI TULANG XENOGRAF RADIASI UNTUK PEMAKAIAN PERIODONTAL.** Telah dilakukan penelitian uji coba produksi tulang xenograf dengan tujuan untuk mendapatkan prototipe dan cara produksi tulang xenograf steril radiasi dalam skala laboratorium. Bahan tulang berasal dari tulang sapi muda berumur di bawah 2 tahun dengan persyaratan sesuai untuk konsumsi. Tulang diproses dengan cara demineralisasi dikeringkan dengan cara liofilisasi dan disterilkan dengan cara radiasi. Untuk mendapatkan graf tulang yang sesuai bidang periodontal, dilakukan perlakuan waktu demineralisasi dan besaran granul. Hasil menunjukkan bahwa demineralisasi selama 120 menit untuk granul dengan besaran 20-60 Mesh telah dapat menghasilkan tulang demineralisasi sesuai dengan standar *American Association of Tissue Banks* (AATB), dan merupakan *Standard Operating Procedure* (SOP) dalam memproduksi tulang xenograf radiasi. Pada penelitian ini telah diperoleh pula prototipe tulang xenograf radiasi untuk pemakaian di bidang periodontal.

### PENDAHULUAN

Dengan semakin meningkatnya persaingan global dalam berbagai bidang telah mendorong kita untuk meningkatkan efisiensi dalam menggunakan sumber daya alam. Tulang sapi yang selama ini boleh dikatakan tidak ada harganya, adalah merupakan salah satu sumber bahan baku yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan biomaterial, khususnya sebagai bahan baku xenograf untuk kebutuhan di bidang kedokteran. Sumber tulang dari sapi yang ada di Indonesia sangat baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan graf tulang karena hingga saat ini sapi Indonesia belum ada laporan tentang penyakit kuku dan mulut serta *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE).

Saat ini produk bahan biomaterial dari sapi telah banyak digunakan di bidang ortopedi dan gigi, namun semuanya itu adalah impor dengan harganya cukup mahal. Di antara produk tersebut adalah Laddec®, Bio-Oss®, Calcitate®, dan lain-lain. Produk tersebut umumnya diproses dengan cara deproteinisasi.<sup>1</sup>

Pada tahun 2007, telah dilakukan penelitian mengenai pengembangan pemrosesan serta karakterisasi tulang xenograf dari sapi. Penelitian ini ditujukan untuk mengeliminir lemak dan kalsium yang terdapat dalam tulang. Lemak pada tulang, dapat menyebabkan reaksi penolakan bila diimplantasikan pada manusia, oleh karena itu harus dihilangkan dalam graf tulang. Eliminasi/minimalisasi kalsium kandungan kalsium dalam tulang akan meningkatkan kandungan total protein, khususnya *Bone Morphogenic Protein* (BMP), yang sangat berfungsi dalam merangsang pertumbuhan jaringan baru pada *host* nya. Untuk mengeliminasi kalsium dari tulang

dilakukan proses demineralisasi menggunakan larutan asam klorida dengan konsentrasi 0,6 N. Proses ini pertama kalinya dikembangkan oleh URIST (1975).<sup>2-4</sup>

Demineralisasi merupakan salah satu proses yang juga dikembangkan oleh LIBIN, WARD dan FISHMAN (1975) yang digunakan untuk terapi periodontal.<sup>5</sup> Mereka telah berhasil merekonstruksi *intarabony defects* dan *furcation defect* pada kasus-kasus gigi menggunakan tulang demineralisasi. Di samping itu metode demineralisasi juga telah pula dikembangkan oleh URIST (1983) untuk pemakaian di bidang ortopedi. Tulang yang diproses dengan cara demineralisasi tersebut akan menghasilkan *Bone Morphogenic Protein* (BMP) yang lebih tinggi. BMP merupakan salah satu *growth factor* yang bertanggung jawab dalam menginduksi tulang *host* nya sehingga akan mempercepat pertumbuhan tulang baru dari resipien. Karakteristik dari bahan graf tulang untuk periodontal secara klinis antara lain: bahwa secara biologi dapat diterima, dapat memprediksi kesembuhan, memungkinkan digunakan secara klinis, resiko operasi kecil, tindakan *postoperative* minimal dan dapat diterima pasien (tidak terjadi reaksi penolakan). Diharapkan dengan metode pemrosesan demineralisasi akan dapat memenuhi karakteristik tulang untuk periodontal.<sup>6</sup>

Tujuan dari penelitian ini untuk mendapatkan prototipe dan cara produksi tulang xenograf steril radiasi dalam skala laboratorium. Penelitian ini sangat penting dilakukan untuk mendapatkan graf tulang sebagai substitusi impor yang murah dalam menanggulangi masalah kerusakan pada bidang periodontologi.

## BAHAN DAN METODE

### Pemrosesan Tulang xenograf

Tulang kanselus dari sapi muda yang berumur di bawah dua tahun bebas dari penyakit kuku dan mulut serta *Bovine Spongiform Encephalopathy* (BSE) di dapat dari Rumah Potong Hewan, di kemas dalam kantong plastik steril. Tulang dimasukkan ke dalam styrofoam yang telah diisi dengan es, di bawa ke Laboratorium. Tulang disimpan di dalam *deep freezer* bersuhu  $-80\text{ }^{\circ}\text{C}$  sebelum diproses. Pemrosesan meliputi: pemotongan tulang menjadi bentuk *chip*, pencucian dengan bahan kimia, penghancuran menjadi ukuran 60-20 mesh, pengeringan dengan cara liofilisasi, pengepakan dalam plastik poli etilen, iradiasi 25 kGy untuk sterilisasi. Selanjutnya dianalisis sifat kimia dan mikrobiologi.

### Proses produksi tulang xenograf

Proses pembuatan tulang xenograf demineralisasi liofilisasi steril-radiasi terdiri atas bahan baku tulang, proses pemotongan, pencucian, pembekuan, liofilisasi, pengemasan dan pelabelan, dan sterilisasi-radiasi.

Bahan baku : Terdiri dari tulang kanselus dari tulang lutut sapi muda

Bahan kimia:  $H_2O_2$ , kloroform, metanol, natrium azida, iodo acetic acid, natrium dihidrogen fosfat, dinatrium hidrogen fosfat, air destilasi steril.

Peralatan : Band saw, water gun, laminar air flow, mesin grinder, autoklaf, inkubator, deep freezer, freeze dryer, vakum sealer, dan iradiator Co-60.

#### Analisis

- Kandungan kalsium tulang demineralisasi dengan metode titrimetri
- Kandungan protein dengan metode Kjeldahl
- Proses produksi
- Modal kerja

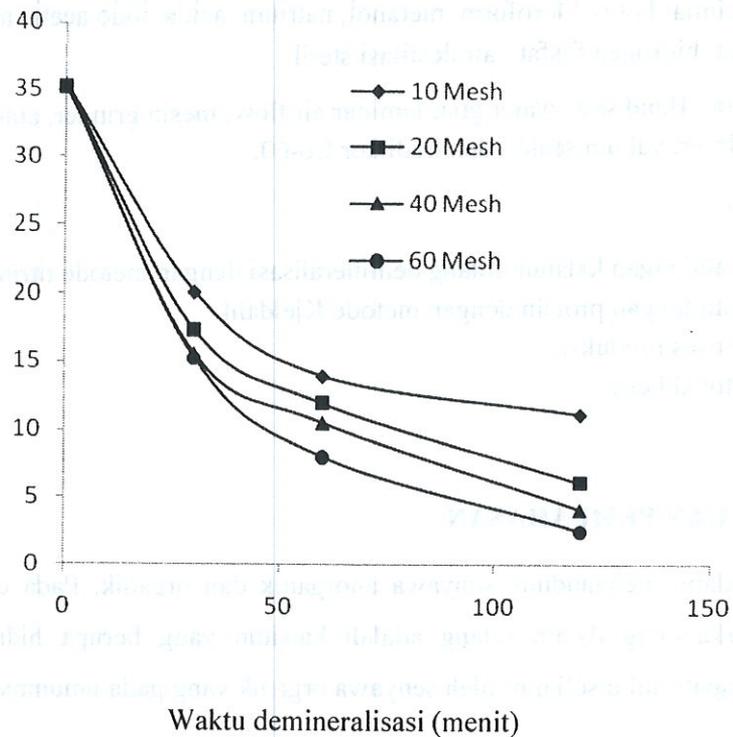
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tulang mengandung senyawa anorganik dan organik. Pada umumnya senyawa anorganik yang terkandung dalam tulang adalah kalsium yang berupa hidroksi apatit. Kristal kalsium hidroksiapatit ini diselimuti oleh senyawa organik yang pada umumnya berupa kolagen.

#### Kandungan kalsium tulang yang didemineralisasi

Gambar 1 adalah hubungan antara waktu demineralisasi dan kandungan kalsium tulang. Demineralisasi adalah proses eliminasi kandungan mineral dalam bahan, dalam penelitian ini adalah kalsium yang terkandung dalam tulang. Dari Gambar 1 terlihat bahwa semakin besar ukuran dari granul tulang yang didemineralisasi, semakin besar pula kandungan kalsiumnya. Sebaliknya granul tulang yang semakin kecil, kandungan kalsiumnya juga semakin kecil. Nampaknya proses demineralisasi sangat tergantung pada kemampuan larutan HCl untuk memasuki jaringan tulang. Tulang yang semakin besar ukurannya, semakin sulit larutan HCl untuk menembus jaringan yang terdalam. Sebagai akibatnya kandungan kalsium dari tulang demineralisasi dengan ukuran yang lebih besar menghasilkan kandungan kalsium yang semakin besar pula. Kandungan kalsium dari granul tulang dengan besaran 10, 20, 40, dan 60 Mesh setelah didemineralisasi selama 120 menit mengandung kalsium berturut-turut 11,26%; 6,16%; 4,16; dan 2,50%.

Menurut standar dari *American Association of Tissue Banks* (AATB), tulang demineralisasi adalah tulang yang kandungan kalsiumnya di bawah 8% dengan menggunakan HCl 0,5-0,6 N.<sup>7</sup> Berdasarkan ketentuan tersebut, hasil dari penelitian ini telah memenuhi persyaratan tulang demineralisi, kecuali granul yang besar dari 10 Mesh.

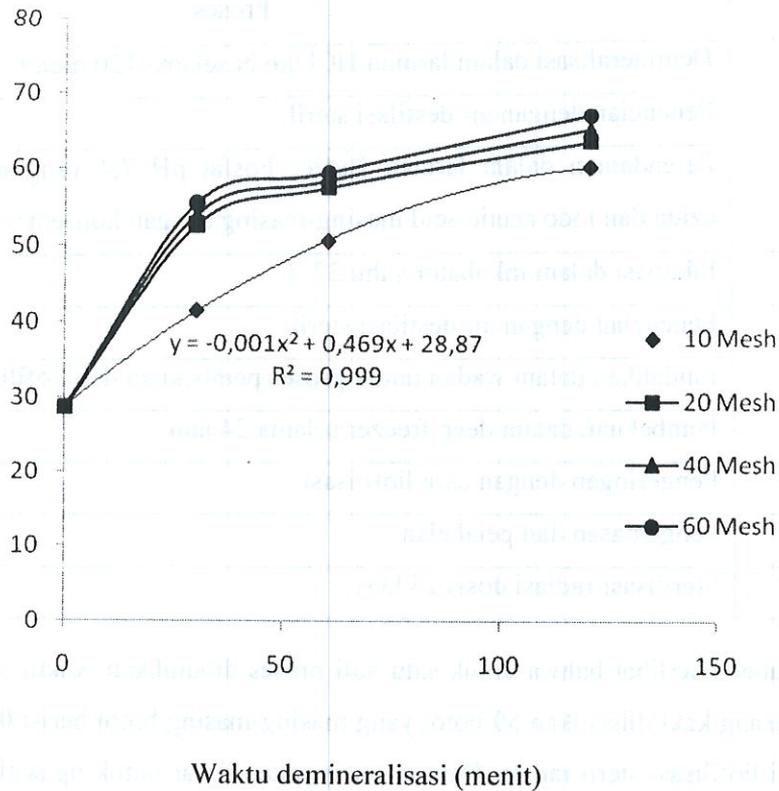


Gambar 1. Hubungan waktu demineralisasi dengan besaran granul (Mesh) terhadap % kalsium

#### Kandungan protein tulang yang didemineralisasi

Hubungan waktu demineralisasi dan kandungan protein dari tulang xenograf dapat dilihat pada Gambar 2. Semakin lama waktu demineralisasi semakin tinggi kandungan protein dari tulang tersebut. Dari 4 macam besaran granul menunjukkan bahwa semakin besar ukuran granul semakin kecil kandungan protein, dan sebaliknya semakin kecil ukuran granul semakin besar kandungan protein. Granul dengan besaran 10 Mesh menunjukkan kenaikan secara polinomial seperti yang tertera pada Gambar 2. Sedangkan granul dengan besaran 20, 40, dan 60 Mesh, pada 30 menit pertama dari proses demineralisasi meningkat dari 28,8% menjadi 54,1%, 55,55%, dan 57,7%. Selanjutnya kandungan protein dari granul akan meningkat secara linear dengan persamaan:  $y = 5,525x + 47,06$  dengan  $R^2 = 0,995$ ;  $y = 5,725x + 47,96$  dengan  $R^2 = 0,985$ ; dan  $y = 5,9x + 49,01$  dengan  $R^2 = 0,966$  berturut-turut untuk granul 20, 40, dan 60 Mesh.

Dari data tersebut dapat dijelaskan bahwa demineralisasi pada tulang yang ukurannya paling besar (10 Mesh) menunjukkan sulitnya larutan HCl masuk ke dalam jaringan yang terdalam, sedangkan pada granul lainnya proses hidrolisis sangat cepat pada awal proses demineralisasi.



Gambar 1. Hubungan waktu demineralisasi dengan besaran granul (Mesh) terhadap % kalsium

Berdasarkan pada hasil dari proses demineralisasi ini, dimana waktu demineralisasi yang ideal untuk mendapatkan tulang demineralisasi adalah 120 menit. Dengan demikian menjadi SOP untuk pembuatan tulang xenograf demineralisasi liofilisasi steril-radiasi selanjutnya.

Proses Produksi

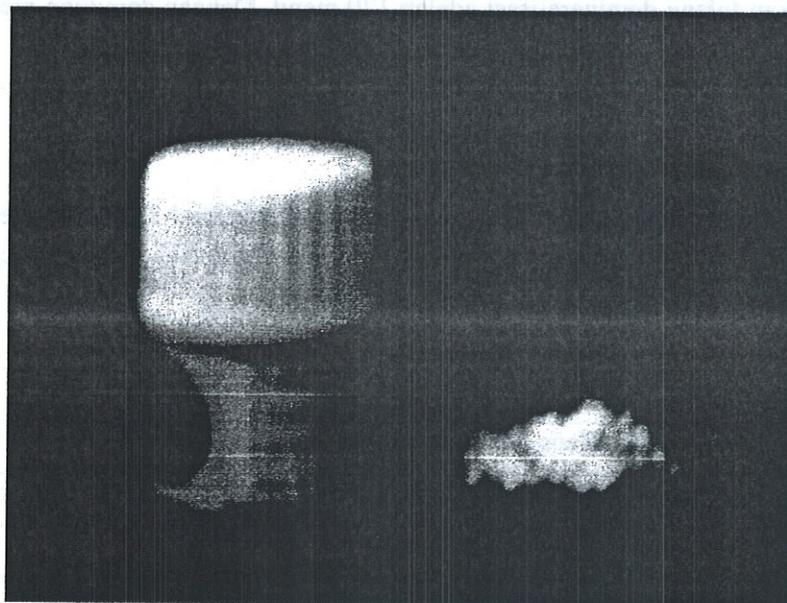
Proses produksi pembuatan tulang xenograf demineralisasi liofilisasi steril-radiasi untuk pemakaian di bidang periodontal dari satu pasang kaki sapi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Proses pembuatan tulang xenograf demineralisasi liofilisasi steril radiasi.

Hari ke-	Proses
1	Pemotongan tulang berbentuk chip dengan alat Band Saw
	Pencucian tulang dengan water gun untuk menghilangkan bone marrow
	Perendaman tulang dalam khloroform:metanol (1:1)
2	Pengeringan tulang dalam laminar air flow
3	Penggilingan tulang dan penyaringan (granul)
	Perendaman granul tulang dalam larutan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 3%
	Pencucian dengan air untuk menghilangkan sisa H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>

Hari ke-	Proses
	Demineralisasi dalam larutan HCl 0,6 N selama 120 menit
	Pencucian dengan air destilasi steril
	Perendaman dalam larutan Buffer Fosfat pH 7,4 yang mengandung natrium azida dan iodo acetic acid masing-masing dengan konsentrasi 0,2M
4-6	Inkubasi dalam inkubator suhu 37 °C
7	Pencucian dengan air destilasi steril
	Pindahkan dalam wadah untuk proses pembekuan dan liofilisasi
	Pembekuan dalam deep freezer selama 24 jam
8-10	Pengeringan dengan cara liofilisasi
11	Pengemasan dan pelabelan
12	Sterilisasi-radiasi dosis 25 kGy

Dari Tabel 1 terlihat bahwa untuk satu kali proses dibutuhkan waktu selama 12 hari kerja. Untuk satu pasang kaki dihasilkan 50 botol yang masing-masing botol berisi 0,5 g tulang xenograf demineralisasi liofilisasi steril radias. Data ini merupakan dasar untuk up scaling dan menghitung nilai keekonomian produk ini dimasa mendatang. Adapun prototipe dari produk ini dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 3. Tulang Xenograf Demineralisasi Liofilisasi Radiasi

Modal Kerja

Modal kerja yang dimaksud dalam penelitian ini adalah komponen biaya yang meliputi bahan baku, bahan kimia/ reagen, penggunaan peralatan, pengemas dan sterilisasi radiasi seperti yang tertera pada Tabel 2.

Tabel 2. Biaya yang dibutuhkan untuk memproduksi 50 buah tulang xenograf demineralisasi liofilisasi steril-radiasi.

No.	KOMPONEN BIAAYA	URAIAN	Rp.
1	Bahan Baku	Tulang kaki sapi muda	700.000
2	Reagen	Metanol, 200 ml	50.000
		Kloroform, 200 ml	50.000
		HCl 37%, 25 ml	7.000
		H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 30%, 50 ml	34.000
		LOC, 5 ml	1.500
		Dinatrium hidrogen fosphat, 400 ml	11.000
		Natrium dihidrogen fosphat, 400 ml	5.000
		Natrium azida, 0,26 g	5.000
		Iodoacetic acid, 0,64	13.500
		Aqudest steril, 10 l	10.000
3	Peralatan	Inkubator, 72 jam	72.000
		Deep Freezer, 24 jam	24.000
		Freeze dryer, 72 jam	360.000
4	Pengemas	Kantong plastik, 50 lembar	50.000
		Botol, 50 buah	175.000
		Label, 50 buah	50.000
5	Sterilisasi radiasi	Box tulang xenograf demineralisasi liofilisasi radiasi	50.000
		<b>Jumlah</b>	<b>1.673.000</b>

**KESIMPULAN**

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses demineralisasi untuk mendapatkan kandungan kalsium dibawah 8% (sesuai standar AATB) adalah 120 menit dengan konsentrasi HCl 0,6 N.
2. Dari sepasang dengkul sapi dapat dihasilkan 50 botol tulang xenograf demineralisasi liofilisasi steril-radiasi.

## DAFTAR PUSTAKA

1. JOHNSON,G.S., MUCALO,M.R., and LORIER,M.A. Modifiable porous implants from bovine condyle cancellous bone and characterization of bone materials as a function of processing. *J. of Biomaterials Sci: Mat. Medicine* 11(2000) 427-441
2. BASRIL, A. Karakterisasi tulang xenograf steril radiasi, 2008. (Belum dipublikasi)
3. Hilmy,N., Abbas,B., and Anas,F. Indonesia: Statistical sampling technique in validation of radiation dose of biological tissue. *Cell and Tissue Banking* 4(2003)185-191
4. URIST,MR., MIKULSKI,A., and BOYD,S.D. A chemosterilized antige-extracted autodigested alloimplant for bone banks. *Arch. Surg* 110(1975)416-428.
5. LIBIN,BM., WARD,HL., and FISHMAN,L. Decalcified, lyophilized bone allografts for use in human periodontal defects. *J. Periodontal* 46 (1975) 51-56.
6. URIST,MR. Chemosterilized antige-extracted surface-demineralized autolysed allogeneic (AAA) bone for arthrodesis. In: *Osteochondral Allografts, Biology, Banking and Chemical Applications*, GF Friedlaender, HJ Mankin, KW Sell, eds Boston, Little Brown and Co., 1983
7. American Association of Tissue Banks (AATB). *Standards for Tissue Banking*, McLean, VA (2002)

## DISKUSI

HARSOJO

1. Berapa lama produk tersebut menyatu dengan gigi.
2. Berapa lama ketahanannya setelah terpasang

BASRIL

Graf tulang dapat menyatu dengan jaringan tulang alveolar selama 3 bulan, dengan proses sebagai berikut : sampai dari minggu terjadi tersorpsi graf tulang dan minggu ke tiga selanjutnya pertumbuhan jaringan baru

1. Seperti No. 1

ERMIN KATRIN H.

Sudakah produk ini dicoba pada gigi pasien ? Berapa lama daya tahan penambahannya ?

BASRI ABBAS

Tulang demineralisasi ini telah diuji pada pasien, tidak terjadi reaksi perolehan dan pertumbuhan tulang baru terjadi setelah 3 minggu, dan tiga bulan berikutnya sudah terjadi pematangan tulang.

Tulang ini tidak digunakan sebagai bahan tambal gigi, tetapi untuk kerusakan/ ditek tulang alveolar.

MARIA LINA

Apakah dilakukan juga uji sterilisasi Xenograf sebelum dan sesudah diproses?

BASRIL ABAS

Proses sterilisasi dilakukan setelah proses / produk jadi dengan cara iradiasi sinar gamma dosis 25 KGy

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21

12/11/21