

Studi Intervensi Pangan Olahan Siap Saji Steril Iradiasi pada Residen Rehabilitasi Narkoba

Study on Intervention Sterile Irradiation of "Ready to Eat Foods" Given to Narcotics Rehabilitation Residents

Bona Simanungkalit¹, Zubaidah Irawati², Carmen M. Siagian³ dan
Lucy Widasari⁴

¹ Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik
Jl. Dr. Sumeru, Bogor

Email : bonasimanungkalit@gmail.com bonasimanungkalit@yahoo.com

² Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

³ Departemen Ilmu Kedokteran Komunitas Fakultas Kedokteran Universitas Kristen
Indonesia, Jakarta

⁴ Departemen Gizi Fakultas Kedokteran UPN "Veteran" Jakarta

Diterima 12 Maret 2013; Disetujui 07 Mei 2013

ABSTRAK

Studi Intervensi Pangan Olahan Siap Saji Steril Iradiasi pada Residen Rehabilitasi Narkoba. Penurunan daya imun tubuh dapat terjadi akibat malnutrisi kurangnya unsur makro dan mikro nutrien yang berfungsi sebagai faktor primer dalam meregulasi respon imun seseorang. Fenomena tersebut banyak dijumpai pada pasien *immunocompromised* seperti penderita HIV yang dikenal sebagai *Nutritionally Acquired Immune Deficiency Syndromes* (NAIDS). Salah satu upaya untuk memperbaiki status gizi pada pasien *immunocompromised* adalah memberikan makanan bermutu tinggi yang dapat meningkatkan status imun, sehingga menurunkan angka morbiditas dan mortalitasnya. Jenis pangan olahan siap saji yang steril, aman dan bermutu tinggi dengan komposisi nutrisi lengkap dan citarasa yang cukup baik, merupakan produk pangan yang dapat diberikan. Proses sterilisasi dengan menggunakan teknologi radiasi pengion pada bahan pangan merupakan salah satu sarana untuk mengeliminasi bakteri patogen sekaligus mengawetkannya tanpa merusak kecukupan gizi yang terkandung di dalamnya. Lauk bermutu tinggi berbasis protein dan lemak yang berasal dari ikan, daging sapi dan daging ayam yang diiradiasi dengan dosis 45 kGy dalam bentuk pepes ikan mas, pepes ikan teri, semur daging sapi, rendang daging sapi, dan berbagai ayam olahan seperti bumbu kuning, bakar dan manis diberikan selama 21 hari kepada residen UPT Terapi dan Rehabilitasi (UPT T & R) Badan Narkotika Nasional (BNN). Kegiatan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi seleksi responden yang terdiri dari evaluasi kesiediaan untuk berpartisipasi, kriteria inklusi, dan uji darah responden di laboratorium yang dilakukan sebelum dan sesudah mengkonsumsi pangan olahan siap saji steril tersebut. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa berbagai jenis pangan olahan siap saji dalam kemasan laminasi yang di vakum kemudian diiradiasi dengan dosis 45 kGy pada suhu rendah dapat meningkatkan status gizi dan status imunitas residen terseleksi sebagai penderita *immuno compromised*.

Kata kunci : HIV, pasien *immuno compromised*, *oral feeding*, pangan olahan siap saji steril iradiasi, status gizi

ABSTRACT

Study on Intervention Sterile Irradiation of "Ready to Eat Foods" Given to Narcotics Rehabilitation Residents. Lack of macro and micro nutrient elements, that serve as primary factor in regulating a human immune response, might lead to malnutrition and declining the body immune. This phenomenon is commonly found in immunocompromised patients such as people infected with HIV and known as Acquired Immune Deficiency Syndromes (NAIDS). One of the efforts to improve the nutritional status in

immunocompromised patients is delivering high-quality of foods that improve the immune status resulting in lower morbidity and mortality. Sterile, safe, high quality with complete nutritional composition and wholesome "ready to eat" food products can be supplied. Sterilization process using ionizing radiation in food is one of the means to eliminate pathogenic bacteria as well as preserve among others, without affecting their nutritional content of the final product. Different types of radiation sterilization of ready to eat foods based on traditional recipes can be prepared without adhering the recommended dietary allowance, and patients will be more flexible and comfortable in choosing the serving menu. Such dishes based on high-quality protein and fat from fish, beef and chicken meat irradiated at a dose of 45 kGy in terms of "pepes gold fish", "pepes anchovy", "beef semur", "beef rendang", and different processed chicken such as yellow seasoning, roasted and sweet, administered for 21 days to resident Therapy and Rehabilitation Unit of the National Narcotics Board (NNB). Activities undertaken in this study include the selection of respondents, consisted of the evaluation willingness to participate, inclusion criteria, and blood test performed in the laboratory of respondents before and after eating the foods. The results showed that various ready to eat foods in vacuum packed in a laminate pouch then irradiated at the dose of 45 kGy under cryogenic condition could improve the nutritional and immunity status of the selected residents considered as immuno compromised patients.

Key words : HIV, immuno compromised patients, oral feeding, radiation sterilization ready to eat foods, nutritional status

PENDAHULUAN

Adanya pergeseran gaya hidup yang erat kaitannya dengan pola konsumsi pangan yang semakin meningkat di kalangan masyarakat perkotaan, berhubungan dengan tiga pilar utama yaitu kesehatan, keamanan, kenyamanan dan keterjangkauan harga. Dengan demikian, tuntutan terhadap inovasi teknologi yang handal dan kompetitif akan semakin meningkat [1-3]. Pola makan dan gaya hidup yang keliru dapat menyebabkan penurunan daya imun tubuh akibat malnutrisi karena kurangnya unsur makro dan mikro nutrisi yang berfungsi sebagai faktor primer dalam mengatur respon imun seseorang. Fenomena tersebut banyak dijumpai pada pasien imunitas rendah (*immunocompromised patients*) seperti pada penderita HIV yang dikenal sebagai *Nutritionally Acquired Immune Deficiency Syndromes* (NAIDS). *Acquired Immuno-deficiency Syndrome* (AIDS) adalah kumpulan gejala atau penyakit yang disebabkan menurunnya imunitas tubuh yang cukup berat, dan merupakan manifestasi stadium akhir akibat infeksi *Human Immunodeficiency Virus* (HIV) yang dapat dialami oleh siapapun [4].

Pangan olahan siap saji berbasis resep tradisional dengan variasi menu yang sangat beragam semakin diminati oleh masyarakat [5-6], akan tetapi, jenis makanan tersebut memiliki daya simpan relatif pendek pada suhu kamar (28-30°C) karena adanya kontaminasi mikroba pembusuk dan patogen, sehingga dapat menimbulkan kasus keracunan makanan (*foodborne illness*) di kalangan konsumennya [7]. Dekontaminasi mikroba patogen pada bahan pangan tersebut dapat dilakukan dengan teknik iradiasi pengion yang sudah terbukti memiliki berbagai keunggulan dari teknik konvensional untuk memecahkan permasalahan ini [8-12].

Pangan olahan siap saji yang disterilkan secara non termal dengan radiasi pengion adalah jenis pangan yang bermutu tinggi, memiliki potensi untuk dikonsumsi oleh pasien imunitas rendah di rumah sakit, termasuk penderita HIV/AIDS sehingga proses penyembuhan dapat dipercepat melalui asupan makanannya [13-15]. Pasien atau residen yang menderita gizi kurang akan mengalami penurunan kadar albumin darah yang menggambarkan status imun dan asupan nutrisinya, sehingga dapat meningkatkan peluang terjadinya infeksi oportunistik yang akhirnya angka

morbiditas/mortalitas akan semakin tinggi. Diharapkan, dengan intervensi pangan olahan siap saji yang disterilkan dengan iradiasi pada kelompok tersebut, dapat meningkatkan status imun sehingga jumlah angka kematian dapat ditekan karena status gizinya yang membaik.

Studi yang berkaitan dengan aspek keamanan pangan pada bermacam-macam komoditas bahan pangan olahan siap saji yang diiradiasi dengan dosis di atas 10 kGy telah dilakukan secara intensif oleh negara-negara yang tergabung di dalam *Joint FAO/IAEA/WHO study group on High-Dose Irradiation*. Studi tersebut menyimpulkan bahwa iradiasi dosis tinggi pada bahan pangan dinyatakan aman sebagaimana halnya proses sterilisasi termal yang berlangsung sampai saat ini [16-17].

Pangan olahan dan siap saji di dalam kemasan laminasi yang divakum dapat disterilkan dan diawetkan dengan teknologi non termal seperti iradiasi gamma dengan dosis minimum 25-45 kGy yang dikombinasikan dengan suhu rendah (-79 °C) selama proses berlangsung. Teknik tersebut mampu menginaktivasi bakteri patogen termasuk bakteri berspora sehingga dapat menghasilkan produk steril yang berkualitas tanpa menurunkan cita rasanya. Keunggulan lain dari proses tersebut adalah dapat menghasilkan produk yang tahan selama \pm 1,5 tahun pada suhu kamar (28-30°C) [18].

Data pendukung hasil uji keamanan pangan, khususnya uji toksisitas makanan siap saji iradiasi berbasis resep tradisional, masih sangat terbatas terutama di negara-negara berkembang. Makanan olahan siap saji yang diproses dengan dosis tinggi untuk tujuan sterilisasi harus aman dikonsumsi oleh pasien dengan imunitas rendah [19], dan bagi masyarakat luas yang memerlukan produk yang tahan lama, tidak memerlukan fasilitas pendingin selama distribusi dan penyimpanan [20]. Secara komersial, proses sterilisasi makanan siap saji dengan radiasi cukup ekonomis karena dapat menekan biaya produksi dan mengurangi ketergantungan pada fasilitas

pendingin, baik selama distribusi maupun selama pemasaran [21].

Penelitian ini dilaksanakan di UPT T & R BNN, Lido, Bogor untuk melihat pengaruh intervensi pangan olahan siap saji iradiasi terhadap status gizi dan status imunitas pada residen dengan *immuno compromised*. Parameter yang digunakan pada penelitian ini meliputi seleksi responden yang bersedia melalui kriteria inklusi, dan uji albumin darah responden di laboratorium yang dilakukan sebelum (pre test) dan sesudah mengkonsumsi (post test) pangan olahan siap saji steril iradiasi secara *oral feeding* [22-23], termasuk pengukuran Index Masa Tubuh (IMT).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Makanan yang dikonsumsi oleh residen BNN dikelompokkan ke dalam 3 jenis pangan olahan siap saji yaitu: makanan non iradiasi formula dari instalasi gizi UPT T&R BNN, makanan non iradiasi formula BATAN, dan makanan iradiasi 45 kGy formula BATAN masing-masing berbasis ikan, daging sapi, dan unggas.

Metode

Populasi yang dinilai adalah residen *primary care* yang terseleksi di UPT T&R BNN, Lido Bogor sebanyak 39 orang yang terbagi ke dalam 3 kelompok perlakuan. Kriteria residen yang terpilih sebagai responden harus memenuhi kriteria inklusi, dan selanjutnya dilakukan pemeriksaan antropometri (berat badan dan tinggi badan) dan albumin darah. Residen yang tidak memenuhi kriteria inklusi akan dikeluarkan dari penelitian (kriteria eksklusif) sebagai berikut:

Kriteria inklusi

1. Pria, usia 20 – 50 tahun,
2. *Compos mentis* (sadar)
3. Residen tahap *primary care*

4. *Liver Function Test* (LFT) normal sampai 3 kali batas atas normal (SGPT, SGOT)
5. Bersedia menjadi responden penelitian dengan mengisi *informed consent*

Kriteria eksklusi

1. Residen gagal di intervensi
2. Residen pulang paksa

Uji albumin darah

Uji albumin darah dilakukan di laboratorium PRODIA Bogor. Pengujian pada sampel dalam bentuk Serum menggunakan alat Cobas.

Prinsip Pemeriksaan

Albumin pada serum bereaksi dengan bromocresol green pada reagen sehingga membentuk kompleks berwarna hijau-biru (Kompleks BCG-Albumin) yang intensitasnya sebanding dengan konsentrasi albumin/globulin. Intesitas warna yang terbentuk diukur pada panjang gelombang 505/570 nm dengan Spektrofotometri.

Prosedur Pemeriksaan terdiri dari tahapan sbb :

Sampel dalam bentuk serum dengan volume 500 uL. Selanjutnya disiapkan alat dan reagen (kalibrasi dan masukkan kontrol sebelum dilakukan pemeriksaan sampel). Sampel kemudian dimasukkan ke dalam cup ke alat (alat bekerja sesuai dengan prinsip pemeriksaan diatas secara otomatis). Hasil pengukuran yang keluar adalah nilai Albumin dengan satuan g/dL.

Etika penelitian

Pelaksanaan kegiatan penelitian memperoleh sertifikat Ethical Clearance dari Komisi Etik Penelitian Fakultas kedokteran UPN "Veteran" Jakarta, dan responden yang bersedia menjadi subyek penelitian diwajibkan mengisi formulir *informed consent* terlebih dulu. Pembagian kelompok dilakukan secara randomisasi.

Alur penelitian

Penelitian ini menggunakan disain eksperimental (Gambar 1).

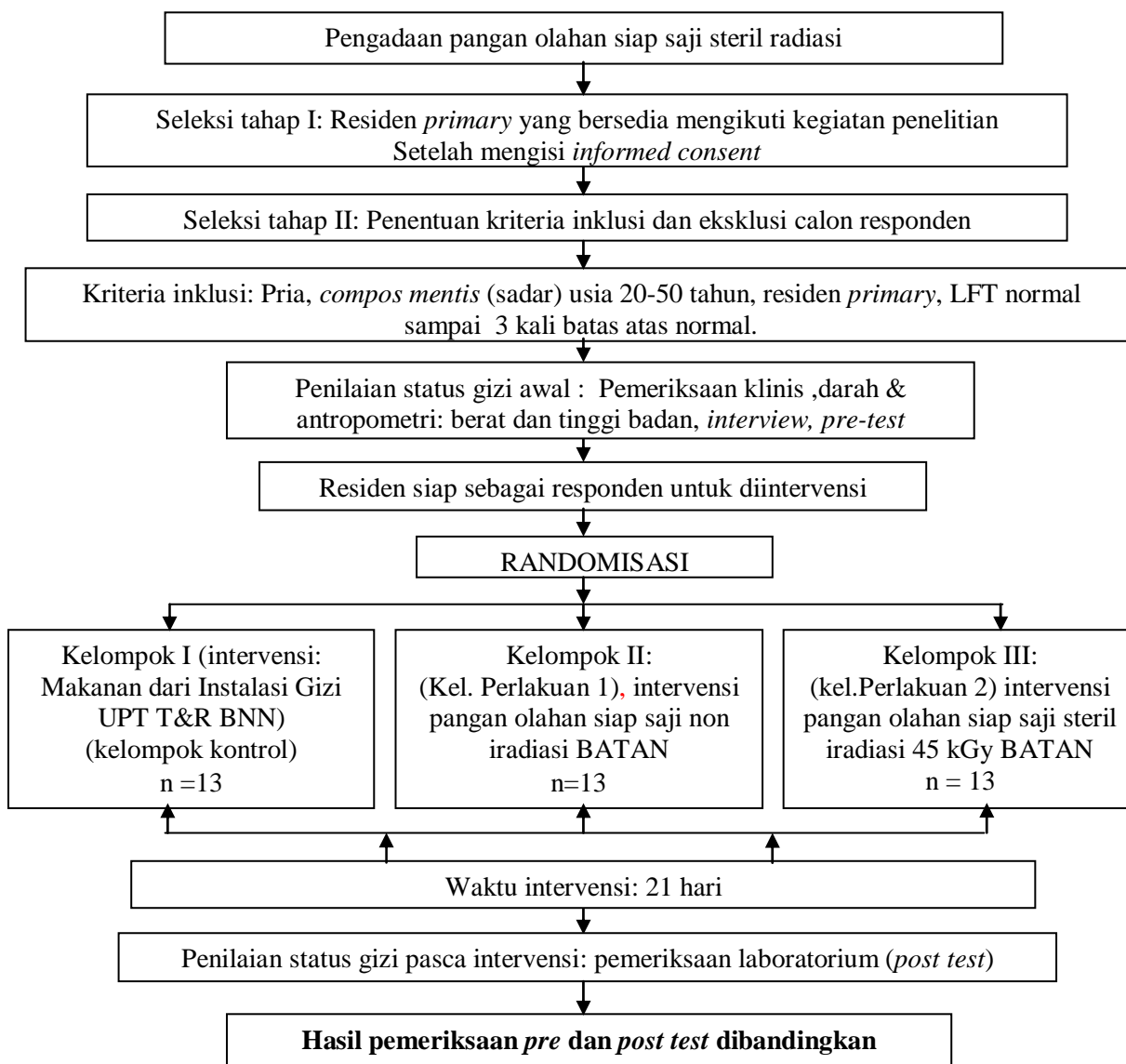
Residen yang memenuhi kriteria inklusi dibagi ke dalam 3 kelompok yaitu, kelompok I (kontrol) mengonsumsi *oral feeding* non iradiasi formula instalasi gizi UPT T&R BNN, kelompok II mengonsumsi *oral feeding* non iradiasi formula BATAN, dan kelompok III mengonsumsi *oral feeding* iradiasi formula BATAN selama 21 hari. Diet ke 3 kelompok disusun berdasarkan standard menu 10 hari BNN, namun jenis lauk pauk yang digunakan hanya produk olahan berbasis hewani (daging sapi, daging unggas dan ikan).

ANALISIS DATA

Besar sampel ditentukan dengan perbedaan 2 *means* dengan taraf kepercayaan 95% dan *power test* 90% berdasarkan Snedecor dan Cochran [24]. Uji statistik dilakukan dengan program komputer dengan batas kemaknaan $p < 0.05$ dan selang kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada awal masuknya HIV ke dalam tubuh manusia, mekanisme respon imun yang terjadi adalah *up regulation*, tetapi lambat laun akan terjadi *down regulation* karena kegagalan dalam mekanisme adaptasi, dan terjadi *exhausted* dari sistem imun. Keadaan ini menyebabkan tubuh pengidap HIV menjadi rentan terhadap infeksi oportunistik. Adapun prinsip dukungan nutrisi terhadap pasien HIV AIDS adalah mencegah terjadinya malnutrisi dan *wasting*, mengembalikan dan mempertahankan berat badan ideal, meningkatkan kemampuan tubuh melawan berbagai infeksi oportunistik, menghambat progresivitas HIV ke AIDS hingga sepsis, meningkatkan efek obat-obatan, serta memperbaiki dan meningkatkan kualitas hidup [25-26].



Gambar 1. Alur kegiatan penelitian pemberian makanan siap saji steril iradiasi residen UPT T&R BNN.

Intervensi pangan olahan siap saji steril iradiasi diberikan kepada residen tahap *primary*, karena kondisi klinis responden tersebut relatif lebih stabil dibandingkan dengan residen yang berada di tahap *re-entry* dan tahap detoksifikasi. Jumlah residen pada awalnya adalah 147 orang, dan diantaranya yang bersedia diintervensi sebanyak 107 orang. Residen yang bersedia tersebut masih harus melalui tahapan seleksi lanjut, dan akhirnya residen yang dapat memenuhi syarat untuk

mengikuti program intervensi sejumlah 39 orang.

Indeks Massa Tubuh (IMT), disebut juga *Body Mass Index* (BMI) atau *Quetelet's Index*, merupakan rumus matematis yang berkaitan dengan lemak tubuh orang dewasa, dan dinyatakan sebagai berat badan (dalam kilogram) dibagi dengan kuadrat tinggi badan (dalam ukuran meter) [27].

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{(\text{Tinggi Badan})^2 (m^2)}$$

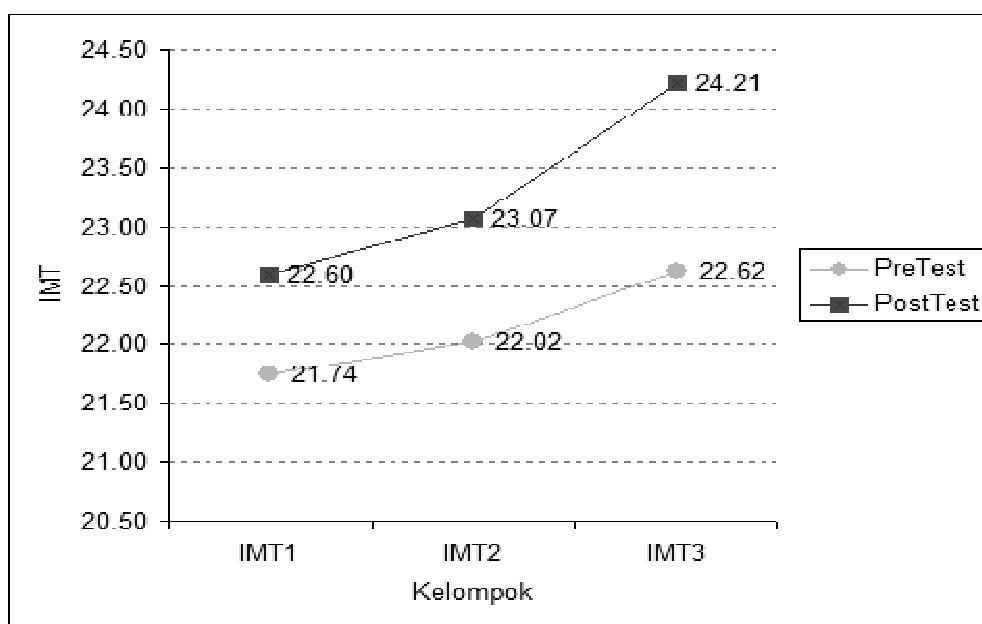
IMT merupakan alat atau cara yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Berat badan yang kurang dapat meningkatkan risiko terhadap penyakit infeksi, sedangkan berat badan berlebih akan meningkatkan risiko terhadap penyakit degeneratif. Oleh karena itu, mempertahankan berat badan normal memungkinkan seseorang dapat mencapai usia harapan hidup yang lebih panjang [25-26]. IMT adalah indikator untuk memantau status gizi seseorang, khususnya yang terkait dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Seseorang dengan status gizi kurang akan berdampak pada status imunitasnya, sehingga meningkatkan risiko terhadap penyakit infeksi.

Hasil intervensi dengan tiga perlakuan pemberian jenis makanan yaitu dari instalasi gizi BNN untuk kelompok I, non iradiasi dari laboratorium bahan pangan BATAN untuk kelompok II dan iradiasi dengan dosis 45 kGy dari laboratorium bahan pangan BATAN untuk kelompok III, digambarkan pada Gambar 2.

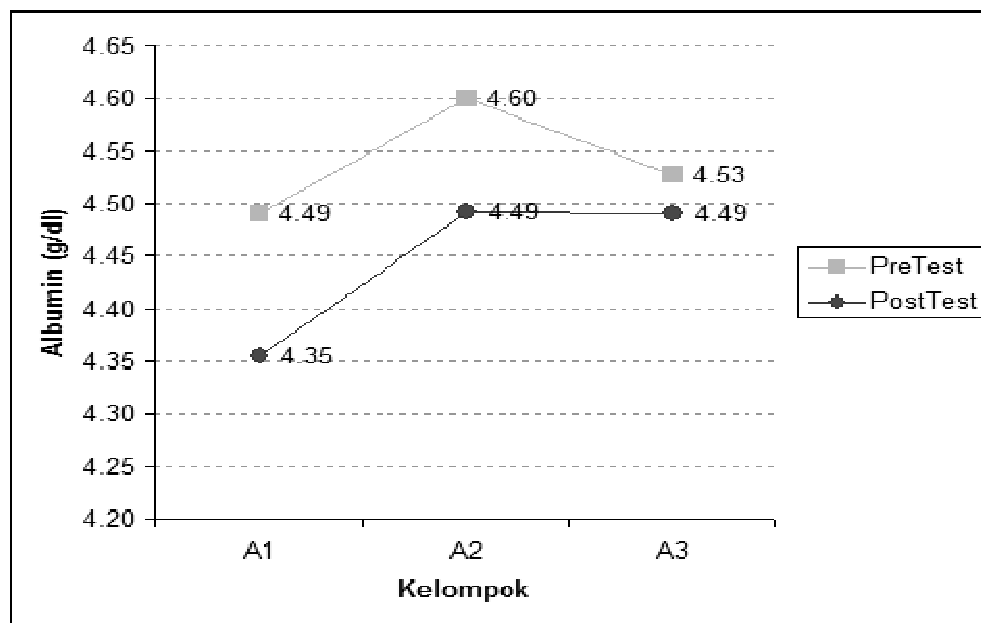
Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai rerata pada IMT pre test pada kelompok I adalah 21.74 dan post testnya adalah 22.60, sehingga terdapat peningkatan rerata IMT sebesar 0.86. Untuk kelompok II nilai rerata IMT pre test adalah 22.02, post testnya sebesar 23.07 dan terdapat peningkatan rerata IMT sebesar 1.05. Kelompok III pre test rerata IMT sebesar 22.62 dan post test sebesar 24.21 sehingga terdapat peningkatan rerata dengan besaran 1.59 lebih tinggi dari kedua kelompok sebelumnya.

Dari hasil penelitian tersebut terlihat bahwa intervensi pangan non-iradiasi (kelompok I dan II) terlihat peningkatan rerata IMT, sedangkan intervensi pangan iradiasi pada kelompok III terlihat peningkatan rerata IMT yang jauh lebih tinggi dibanding kedua kelompok yang tidak mengonsumsi pangan iradiasi.

Uji albumin darah melalui intervensi dengan tiga perlakuan pemberian jenis makanan yaitu dari instalasi gizi BNN untuk kelompok I, non iradiasi dari laboratorium bahan pangan PATIR BATAN untuk kelompok II dan iradiasi dengan dosis 45 kGy dari laboratorium bahan pangan PATIR



Gambar 2. Perbandingan Nilai IMT *Pre Test* dan *Post Test* Pada Kelompok I, II dan III.



Gambar 3. Perbandingan Kadar albumin *Pre Test* dan *Post Test* pada Kelompok I, II dan III.

BATAN untuk kelompok III, digambarkan pada Gambar 3.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa sesudah dilakukan intervensi selama 21 hari, nilai rerata kadar albumin *pre test* pada kelompok I adalah 4.49 dan *post test* sebesar 4.35. Dari hasil uji beda *2 mean dependent* diketahui bahwa pada kelompok I terdapat penurunan kadar albumin yang bermakna secara statistik ($p < 0.05$).

Pada kelompok II, nilai rerata kadar albumin *pre test* adalah 4.60 dan *post test* sebesar 4.49. Dari hasil uji beda *2 mean dependent* diketahui bahwa pada kelompok II terdapat penurunan kadar albumin yang bermakna secara statistik ($p < 0.05$), sedangkan kelompok III kadar albumin *pre testnya* adalah 4.53 dan *post testnya* 4.49, dan secara uji beda *2 mean dependent* tidak menunjukkan perbedaan bermakna secara statistik ($p > 0.05$).

Secara keseluruhan terlihat bahwa kadar albumin pada kelompok I dan II terjadi penurunan albumin yang bermakna, sedangkan pada kelompok III yang mendapatkan intervensi pangan iradiasi, penurunan kadar albumin tidak bermakna secara statistik.

Sistem imunisasi secara cepat memproduksi substansi dasar dari protein lain untuk pertahanan tubuh, ketika konsentrasi protein dari sistem imunitas meningkat, maka konsentrasi dari protein lainnya seharusnya menurun. Salah satu protein yang menurun ketika sistem imunitas mempunyai peran adalah jenis albumin. Jika tingkat kadar albumin darah menurun, maka risiko mortalitas dan morbiditas meningkat. Kadar albumin akan menurun pada saat sistem imunitas sedang bekerja untuk melawan masuknya bakteri, virus, jamur dan atau mikroba lain yang berasal dari makanan terkontaminasi yang dikonsumsi oleh residen [28]. Dalam hal ini, pangan olahan siap saji yang disterilkan dengan iradiasi pada dosis 45kGy mampu menghilangkan sumber kontaminasi tersebut, sehingga nilai nutrisinya akan tetap utuh [13-15].

Hasil penelitian ini membuktikan bahwa jenis pangan non-iradiasi yang diberikan kepada residen *immuno compromised* (kelompok I dan II) menyebabkan kadar albuminnya menurun secara signifikan, sedangkan jenis pangan iradiasi, yang dalam hal ini diwakili oleh

kelompok III, dapat mempertahankan kadar albumin darah pada pasien dengan *immuno compromised*.

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa pangan olahan siap saji yang diiradiasi dengan dosis 45 kGy dapat meningkatkan status gizi dan status imunitas residen dengan *immuno compromised*. Namun demikian, penelitian lebih lanjut dengan jumlah sampel residen yang lebih besar dan parameter indikator yang lebih luas seperti proliferasi limfosit, masih diperlukan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Unit Pelaksana Teknis Terapi dan Rehabilitasi BNN-RI Lido Bogor beserta jajarannya atas izin yang diberikan dan staf terkait, khususnya ibu Azizah, AMG, Ibu Indah, AMG dan ibu Indri yang telah membantu sepenuhnya selama penelitian ini berlangsung. Ucapan terimakasih disampaikan pula kepada semua pihak, khususnya Pusat Teknologi Terapan Kesehatan dan Epidemiologi Klinik Kementerian Kesehatan RI, Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Indonesia dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat UKI, dan Drh.Lily Natalia, MS beserta staf dari BBALITVET, Bogor, Cecep M. Nurcahya, SSi dan Asti Nilatany, AMG serta para staf peneliti Kelompok Bahan Pangan Bidang Proses Radiasi yang terkait dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONIM, Jejaring keamanan pangan di Indonesia, Buletin Industri Food & Beverage, Media Komunikasi GAPMMI, Edisi ke-8, 38-39 (2004).
2. ANONIM, Megatren pangan dunia, Buletin Industri Food and Beverage, Media Komunikasi GAPMMI, Edisi ke-7, 12-15 (2003).
3. ANONYMOUS, Prepared foods: alternative measures, special supplement prepared foods, Asia Pacific food Industry Journal, August, 34 (2002).
4. WIDASARI, L., Nutrisi pada penderita HIV/AIDS, Departemen Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran UPN "Veteran" Jakarta, Belum dipublikasi.
5. SENG, C.J., For your convenience, special supplement: convenience food, J. of Asia Pacific Food Industry, 31-35 (2003).
6. ANONIM, Mari makan, anda tinggal memanaskan, KOMPAS, Minggu, 14 Maret, 13 (2004).
7. ANONYMOUS, Biggest food poisoning outbreak in Hongkong, China Focus, J.of Asia Pacific food Industry, 14 (2002).
8. FARKAS, J., SARAY, T. FARKAS, C.M., HORTI, K. and ANDRASSY, E. Effects of low-dose gamma irradiation on shelf-life and microbiological safety of pre-cut/prepared vegetables, Adv. Food Sci., (CMTL) 19, (3/4), 111-119 (1997).
9. IRAWATI, Z., MAHA,M., ANSORI,N., NURCAHYA,C.M. and ANAS, F., Development of shelf-stable foods fish pepes, chicken and meat dishes through radiation processing. Proceedings of Radiation processing for safe, shelf-stable and ready to eat food, IAEA-FRCM 2000, Montreal, Canada, July 10-14 (IAEA-TECDOC-1337), 85-99 (2003).

10. IRAWATI, Z., NATALIA, L., ANSORI, N., NURCAHYA, C.M., ANAS, F. and SYAFARUDIN, M., Inoculation packed studies on the shelf-stable food products: I. Effects of gamma irradiation at 45 kGy on the survival of *Clostridium sporogenes* spores in the foods (preliminary results). Proceedings of Radiation processing for safe, shelf-stable and ready to eat food, IAEA-FRCM 2000, Montreal, Canada, July 10-14 (IAEA-TECDOC-1337) 100-115 (2003).
11. IRAWATI, Z., NATALIA, N., NURCAHYA, C.M., ANAS, F. and TAMPUBOLON, M., Irradiation for the safety and quality of home style frozen snacks, Atom Indonesia, **31** (1) 1 - 12 (2005).
12. IRAWATI, Z., NATALIA, N., NURCAHYA, C.M. and ANAS, F., The role of medium radiation dose on microbiological safety and shelf-life of some traditional soups, Proceedings of the 14-th International Meeting on Radiation Processing, IMRP - 2006, 26 February - 3 March 2006, Kuala Lumpur, Malaysia, J. of Radiation Physic and Chemistry, **76** (Issues 11-12) 1847 - 1854 (2007).
13. IRAWATI, Z., PERTIWI K. dan ZAKARIA, F.R., Uji toksisitas terhadap kadar malondialdehid dan kapasitas antioksidan pada rendang steril iradiasi: *in vitro*, Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, **6** (1), 31-45 (2010).
14. IRAWATI, Z., PUTRI, K.R. dan ZAKARIA, F.R., Aspek keamanan pangan: uji toksisitas secara *in vitro* pepes ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang disterilkan dengan iradiasi gamma, Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi, **7** (2), 9-22 (2011).
15. IRAWATI, Z. and SANI, Y., Feeding studies of radiation sterilization ready to eat foods on *Sprague dawley* rats : *in vivo*, J. Natural Science, **4** (2), 116-122 (2012).
16. ANONYMOUS, Shelf-stable foods through irradiation processing. IAEA-TECDOC-843, Report prepared by the Food Preservation Section, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, IAEA, Vienna (1995).
17. ANONYMOUS, High Dose Irradiation : wholesomeness of food irradiated with doses above 10 kGy, Report of joint FAO/IAEA/WHO Study group, WHO Technical Report Series No. 890, WHO, Geneva, Switzerland (1999).
18. HARUVY, Y., and DESCHENES, L., Packaging quality assurance guidance manual model for safe, shelf-stable, ready-to-eat food through high-dose irradiation, Radiation processing for safe, shelf-stable and ready to eat food, Proceedings of a final Research Co-ordination Meeting held in Montreal, Canada, July 10-14 2000, (IAEA-TECDOC-1337), International Atomic Energy Agency, Vienna 238-257 (2003).
19. IRAWATI, Z., SIAGIAN, C.M., SUHERMAN, J. and WIDASARI, L., Preliminary studies on intervention of radiation sterilization ethnic ready to eat foods to immunocompromised patient at RSPI hospital, un published.
20. IRAWATI, Z., NURCAHYA, C.M., dan LASMAWATI, D., Uji transportasi

- dan distribusi antar kota skala semi pilot pangan olahan siap saji berbasis nabati dan hewani iradiasi dosis sedang, Laporan teknis program insentif Peningkatan Kapasitas IPTEK Sistem Produksi, KP 2010-692, belum dipublikasi.
21. DE BRUYN, I.N., Commercial application of high-dose irradiation to produce shelf-stable meat products. Part 2- Practical aspects of maintaining product at temperatures of between -20°C and -40 °C during large scale irradiation, Proceedings of Radiation processing for safe, shelf-stable and ready to eat food, IAEA-FRCM 2000, Montreal, Canada, July 10-14, (IAEA-TECDOC-1337), 85-99 (2003).
22. BURTIS, C.A., ASHWOOD, E.R., "Tietz Textbook of Clinical Chemistry", 2nd ed., W.B. Saunders Company, Philadelphia (1994).
23. RAVEL, R., "Clinical Laboratory Medicine", Clinical Application of Laboratory Data, 6th ed., Mosby, Philadelphia (1995).
24. SNEDECOR, G.W., and COCHRAN, W.G., *Statistical Method*. Ed 7TH p: 57 Publisher: Iowa State University Press. 8138-1560-6 (1980).
25. NASRONUDIN, "Stres Oksidatif, Antioksidan dan Pengaruhnya Terhadap Progresivitas Infeksi HIV dalam HIV & AIDS : Pendekatan Biologi Molekuler, Klinis dan Sosial", Nasronudin, Cetakan kedua, Airlangga Universty Press (2007).
26. NASRONUDIN, "Sindrom Wasting dan Peran Asam Amino Rantai Cabang pada Penatalaksanaan Infeksi HIV & AIDS: Pendekatan Biologi Molekuler, Klinis dan Sosial", Nasronudin, Cetakan kedua, Airlangga Universty Press (2007).
27. SUPARIASA, I.D.N., BAKRI, B., FAJAR, I., "Penilaian Status Gizi". Jakarta: EGC Penerbit Buku Kedokteran, 17-21 (2001).
28. GILES, S and CZUPRYNSKI, C., Novel Role for albumin in innate immunity: serum albumin inhibits the growth of *Blastomyces dermatitidis* yeast form *in vitro*, *Infect Immun*, **71** (11), 6648-6652 (2003).