

LAPORAN TEKNIS 2018

509/AIR 3/OT 02 02/01/2019

**DOKUMEN TEKNIS RADIASI UNTUK BAHAN PANGAN  
DAN KARANTINA PERTANIAN**

**Idrus Kadir, Rindy P.T, Indra Mustika P., Deudeu Lasmawati,  
Indah Arastuti dan Murni Indarwatmi**



**PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI  
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL  
2019**

## LAPORAN TEKNIS 2018

509/AIR 3/OT 02 02/01/2019

### DOKUMEN TEKNIS RADIASI UNTUK BAHAN PANGAN DAN KARANTINA PERTANIAN

**Idrus Kadir, Rindy P.T, Indra Mustika P., Deudeu Lasmawati,  
Indah Arastuti dan Murni Indarwatmi**

Mengetahui/Menyetujui

**Kepala Bidang Proses Radiasi**



**Dr. Tita Puspitasari, M.Si  
NIP. 19691023 199201 2 001**

**Kepala Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi**



**Totti Tjiptosumirat  
NIP. 19630830 198803 1 002**

## **DOKUMEN TEKNIS RADIASI UNTUK PENGAWETAN BAHAN PANGAN DAN KARANTINA PRODUK PERTANIAN**

### **ABSTRAK**

Penelitian tentang bahan pangan fungsional berbasis rumput laut (karaginan dan alginat), gudeg dan hama (kutu putih dan lalat buah) untuk karantina buah-buahan telah dilakukan. Penelitian bahan pangan fungsional dengan teknik iradiasi bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis pengaruh iradiasi terhadap kualitas bahan sampel yang diuji baik secara fisiko-kimia maupun mikrobiologi. Persiapan sampel dilakukan dengan menyiapkan tepung karaginan dan alginat lalu dikemas dan diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 3,5, dan 7 kGy dan 0 kGy sebagai kontrol. Segera setelah diiradiasi sampel disimpan pada suhu kamar dan selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisiko-kimia (kadar air, pH, aktivitas air ( $A_w$ ), kadar protein, kadar abu dan viskositas. Pengujian mikrobiologi meliputi total mikroba aerob, total bakteri koli dan total kapang dan khamir. Sedangkan penelitian terhadap pengaruh iradiasi gamma terhadap pangan olahan tradisional gudeg dan krecek dilakukan dengan dosis radiasi 0 dan 8 kGy pada laju dosis 3,17 kGy/jam. Penelitian gudeg ini merupakan penelitian lanjutan, yang menunjukkan hasil yang lebih baik dari penelitian sebelumnya. Persiapan sampel karaginan, alginat dan gudeg dilakukan dengan cara penyiapan proses radiasi sesuai cara iradiasi yang baik yang mengikuti standar dosis sedang (SNI). Pada sampel gudeg dikemas dengan bahan kontak alufo. Iradiasi dilakukan pada suhu kamar ( $28 \pm 2$ ) $^{\circ}$ C. Penelitian gudeg bertujuan melihat pengaruh pasteurisasi iradiasi dosis sedang terhadap umur simpan makanan olahan tradisional gudeg sebagai perbaikan gizi dan keamanan pangan. Hasil percobaan pada bahan pangan fungsional berbasis rumput laut (karaginan dan alginat) menunjukkan bahwa dosis radiasi 3-7 kGy efektif untuk meningkatkan kualitas higienik bahan yang diteliti, dan optimum pada dosis 5-7 kGy, dengan tanpa mengubah kadar air, pH, dan aktivitas air ( $A_w$ ). Sedangkan viskositas bahan meningkat dengan meningkatnya dosis radiasi. Hasil percobaan terhadap sampel gudeg dan krecek yang diiradiasi pada dosis sedang 8 kGy yang dikemas alufo, mengindikasikan dapat disimpan berkisar selama 3,5-4 bulan penyimpanan, sedang perlakuan tanpa iradiasi (kontrol) mempunyai umur simpan kurang dari 5 hari. Selanjutnya, perlakuan karantina terhadap Kutu putih merupakan hama utama pada manggis yang menjadi kendala ekspor Indonesia terutama untuk negara maju seperti Australia. Salak pondoh yang merupakan buah andalan Yogyakarta dilaporkan telah terserang lalat buah dan ekspor salak perdana Indonesia ke Australia telah ditolak karena adanya hama lalat buah ini. Dari hasil uji efikasi diketahui bahwa pada dosis 50 Gy lalat buah pada stadium telur telah mengalami kematian 100 %. Hasil radiasi kutu putih dewasa muda umur 3 dan 8 hari menunjukkan bahwa telur tidak menetas. Dalam kondisi normal, kutu putih meletakkan nimpa instar 1 dan juga jumlah telur lebih sedikit dibanding normal.

Kata kunci : iradiasi pangan, sinar gamma, pangan fungsional, gudeg, krecek, kutu putih, lalat buah, karantina

## PENDAHULUAN

Teknologi radiasi sudah terbukti dapat meningkatkan keamanan serta meningkatkan mutu dan memperpanjang masa simpan. Sejauh ini hasil yang telah dicapai BATAN dan secara teknis melalui Pemerintah Indonesia telah memberikan izin penggunaan teknik iradiasi pangan untuk tujuan komersial dosis rendah sampai tinggi yang dijabarkan dalam peraturan Kepala Badan POM Nomor 3 Tahun 2018. Masalah utama yang sering timbul pada bahan olahan pangan seperti hasil olah rumput laut (karaginan dan alginat) serta pangan tradisional lainnya seperti pada makanan olahan semi basah adalah masih tingginya tingkat kontaminasi mikroorganisme. Selain itu permasalahan karantina masih menjadi bagian penting dalam penanganan buah-buahan ekspor. Aplikasi teknik iradiasi dapat ditujukan untuk pengawetan bahan pangan dan karantina buah-buahan. Hal ini dimaksudkan untuk menekan kerusakan yang disebabkan oleh gangguan serangga, mikroba pembusuk, cemaran mikroba patogen dan parasit agar aman bagi konsumen.

Meningkatnya jumlah penduduk Indonesia akan mengindikasikan besarnya kebutuhan pangan, dan salah satu kebijakan pemerintah telah ditekankan perlunya pengembangan sistem ketahanan pangan yang berbasis pada budaya lokal (termasuk bahan pangan fungsional berbasis rumput laut seperti karaginan dan alginat, dan pangan tradisional seperti gudeg). Penerapan teknologi dalam penanganan bahan pangan fungsional berbasis rumput laut dan pengembangan pangan tradisional seperti gudeg, akan dapat meningkatkan mutu dan keamanan produk. Aplikasi teknologi iradiasi sudah terbukti dengan dosis sedang ( $< 10$  kGy) dapat meningkatkan keamanan serta meningkatkan mutu dan memperpanjang masa simpan. Beberapa hasil penelitian terdahulu tentang proses radiasi pada dosis sedang ( $< 10$  kGy) atau *Clean diet* terhadap kualitas bahan pangan pascapanen dan makanan olahan semi basah sudah terbukti bahwa iradiasi dapat memperpanjang masa simpan, menurunkan total mikroba dan membunuh mikroba patogen secara total [1-13]. Teknik ini sudah merupakan bukti keunggulan dibanding dengan teknik konvensional yang ada. Proses radiasi mempunyai prospek yang baik, khususnya diharapkan dapat diterapkan pada bahan pangan fungsional pascapanen (karaginan dan alginat) pada dosis sedang (3, 5 dan 7 kGy) sebagai bahan olahan rumput laut dan makanan tradisional seperti gudeg (dosis 8 kGy) serta untuk perlakuan karantina (dosis  $< 1$  kGy), dalam upaya meningkatkan pemberdayaan ekonomi masyarakat.

Proses radiasi yang diterapkan pada produk olahan rumput laut dan sayuran serta perlakuan karantina, diharapkan dapat menjaga mutu gizi dan sensori (penampakan, tekstur,

aroma dan rasa) produk berdasarkan desain proses yang optimum dan tingkat keamanan yang cukup. Agar hasil penelitian proses radiasi pada makanan olahan dapat diterapkan di industri, maka perlu segera penggalian potensi penelitian dan pengembangan dari hulu sampai hilir, serta pengembangannya pada agroindustri yang cocok. Beberapa pedoman cara iradiasi dalam proses radiasi telah dikeluarkan oleh BPOM dengan mengacu pada Perka BPOM No. 3 tahun 2018 [14], merupakan landasan legalitas hukum aplikasi pangan iradiasi. Disamping itu, penerapan standar Indonesia (SNI) untuk menunjang hilirisasi yang akan diimplementasikan di masyarakat. SNI pangan iradiasi yang sudah ada yaitu rendang sapi steril [15] dan proses radiasi untuk dosis sedang [16].

Rumput laut sebagai sumber bahan pangan merupakan sumber daya hayati yang sangat berlimpah di perairan Indonesia. Namun demikian pemanfaatannya untuk pengolahan produk pangan sangat terbatas, terutama untuk produk pangan fungsional. Rumput laut berpotensi dikembangkan sebagai produk pangan fungsional karena mengandung zat gizi dan komponen bioaktif yang berkhasiat untuk kesehatan. Ketersediaan produk olahan rumput laut di Indonesia masih sangat terbatas, apalagi ketersediaan produk pangan fungsional. Pengolahan rumput laut menjadi produk makanan atau minuman masih terbatas dilakukan oleh industri rumah tangga. Selain itu rendahnya kualitas rumput laut Indonesia disebabkan oleh belum adanya standar khusus yang diterapkan di tingkat petani, mulai dari proses penanaman sampai penanganan pasca panen sehingga menyebabkan rendahnya kualitas bahan baku rumput laut yang dihasilkan yang nantinya akan mempengaruhi kandungan komponen bioaktif dan proses pengolahan [17].

Adapun tujuan umum kegiatan penelitian ini adalah untuk mendapatkan dokumen teknis pedoman cara iradiasi yang baik untuk memperpanjang masa simpan pangan olahan, sebagai dasar pendukung peraturan di BPOM. Selain itu, penelitian ini untuk bertujuan mengembangkan teknologi radiasi dapat meningkatkan kearifan lokal bangsa serta meningkatkan aplikasi radiasi pada iradiator komersial sehingga meningkatkan daya saing perekonomian dan ketahanan pangan. Dalam penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan

daya saing komoditas pangan dan pemanfaatan iptek nuklir dibidang pangan pada dosis rendah (< 1 kGy) untuk perlakuan karantina buah-buahan dan dosis sedang (diatas 1- 10 kGy) untuk perlakuan bahan pangan fungsional berbasis rumput laut (karaginan dan alginat) dan pangan tradisional gudeg, khususnya penanganan pascapanen dalam arti luas terhadap penyimpanan, pengolahan menjadi bahan baku, dan distribusi, sehingga dapat membantu meningkatkan program ketahanan pangan dan peningkatan perekonomian UKM.

## **BAHAN DAN METODA**

### **Bahan.**

Bahan untuk penelitian ialah bahan pangan fungsional berupa hasil olahan rumput laut berupa bahan baku (karaginan dan alginat) serta makanan olahan gudeg dan krecek langsung dari industri. Selain itu itu kutu putih dan lalat buah untuk perlakuan karantina buah-buahan. Bahan kemasan diperoleh dari industri pengemas dengan spesifikasi khusus, dan kemasan polietilen low density, dan bahan lainnya seperti media mikroba dan bahan pengujian kimia.

### **Alat.**

Iradiasi dilakukan dalam Iradiator Karet Alam (IRKA) dan IRPASENA di PAIR BATAN, Pasar Jumat Jakarta yang menggunakan sumber radiasi  $^{60}\text{Co}$ . Spektrofotometer Hitachi digunakan untuk mengukur dosimeter. Adapun dosimeter yang digunakan yaitu amber dosimeter. Selain itu peralatan pengujian fisiko-kimia dan mikrobiologi, dan mikroskop serta tempat pemeliharaan OPT untuk karantina.

### **Penyiapan Bahan dan Perlakuan.**

#### **1. Sampel karaginan dan alginat**

Tepung karaginan dan alginat yang sudah disiapkan ditimbang lalu masing-masing dimasukkan ke kantong plastik @ 50 g, lalu dikemas sekunder dimasukkan ke kotak karton 15x20x30 cm yang telah didosimetri sebelumnya. Selanjutnya diiradiasi pada dosis 3,5, dan 7 kGy dengan kondisi suhu kamar, dan 0 kGy sebagai kontrol. Segera setelah diiradiasi disimpan pada suhu kamar dan selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisiko-kimia dan mikrobiologi bahan.

## 2. Sampel gudeg dan krecek

Sampel gudeg dan krecek dikemas dengan bahan kontak kemasan alufo laminasi. Kemudian dimasukkan dalam kotak styrofoam (25x30x45) cm yang sudah dilakukan dosimetri dari hasil penelitian pendahuluan. Proses radiasinya dilakukan pada kondisi suhu kamar dan diiradiasi di iradiator dengan variasi dosis 0 dan 8 kGy dengan laju dosis 3,17 kGy/jam. Adapun cara penyiapan proses radiasi dilakukan sesuai cara iradiasi yang baik sesuai standar dosis sedang (SNI dosis sedang). Setelah iradiasi, sampel disimpan pada suhu ruang ( $28 \pm 2$ )° C dengan kelembaban relatif (60 -70) %. Pengamatan untuk sampel uji organoleptik (bau, rasa dan penampakan secara umum), umur simpan secara sensori, pengemas, dan kondisi proses radiasi. Adapun pengujiannya dilakukan di laboratorium organoleptik, Kelompok Bahan Pangan PAIR BATAN.

## 3. Pemeliharaan kutu putih dan lalat buah

Kutu putih dikoleksi dari lapangan dengan mengumpulkan buah-buahan yang banyak terserang kutu putih seperti manggis dari daerah sentra produksi seperti Subang, Purwakarta dan Bogor. Ada beberapa spesies yang dipelihara seperti *Psoudococcus cryptus*, *Hexalamoclus hispidus* dan *Dismicoccus neobravigipes*. Kutu putih dipelihara di laboratorium dengan menggunakan labu kabocha (*Cucurbita maxima*) sebagai inang alternatif.

Ada beberapa cara untuk memindahkan kutu putih yang umumnya terdapat di bawah sepal buah manggis [18-25] :

1. Kutu putih dalam fase dewasa dapat diambil dengan menggunakan kuas dan dipindahkan ke kabocha secara hati-hati. Kutu putih dibiarkan tumbuh dan berkembang biak di kabocha.
2. Sampel bagian tanaman yang mengandung kutu putih diletakkan dengan posisi bersentuhan dengan labu kabocha.
3. Biarkan nimfa kutu putih berpindah dengan sendirinya dari inang alami ke inang alternatif.
4. Setelah bagian inang alami mengering atau busuk, singkirkan bagian tersebut untuk mencegah adanya parasite pada perbanyakan kutu putih.
5. Pengamatan keberadaan nimfa kutu putih dilakukan pada labu kabocha sebagai inang alternatif sampai terlihat adanya embun madu.
6. Perbanyakan kutu putih dilakukan di laboratorium yang memiliki suhu ruang sekitar  $25 \pm 2$ °C dan kelembaban  $70 \pm 10$ %.



Gambar 1. Pemeliharaan kutu putih di laboratorium dengan labu kabocha sebagai inang alternatif

Pemeliharaan lalat buah di laboratorium menggunakan makanan buatan untuk larva dan dewasa. Makanan larva terdiri srkam gandum, ragi roti, gula pasir, HCl, nipagin, bensoat dan air. Sedangkan makanan lalat buah dewasa terdiri dari gula pasir, yeast hidrolisat dan air. Dilakukan uji dosis radiasi untuk mencari dosis dosis lethal lalat buah pada stadium telur. Lalat buah diinfestasikan ke buah salak dengan cara memasukkan salak kedalam kurungan yang berisi lalat buah yang telah siap untuk bertelur.

## Metode

### 1. Analisis alginat dan Karaginan

#### Fisiko-kimia

Analisis atau pengujian fisiko-kimia alginat dan karaginan meliputi Kadar air, derajat keasaman (pH), aktivitas air ( $A_w$ ), kadar protein, kadar abu, dan viskositas. Pengujian kadar air dilakukan dengan menimbang ke dalam cawan 2 gram sampel lalu dimasukkan ke dalam cawan yang sebelumnya telah diketahui bobotnya. Cawan beserta sampel dimasukkan ke dalam oven pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$  lebih kurang selama 6 jam, didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai bobotnya konstan. Proses pengeringan diulang sampai diperoleh bobot yang konstan. Pengujian derajat keasaman (pH) dilakukan dengan pH meter. Prinsip pengukuran pH yaitu mengetahui kondisi asam dan basa. Pengujian pH menggunakan pH meter elektronik. Pengujian aktivitas air ( $A_w$ ) dilakukan dengan menggunakan alat aw meter. Alat dikalibrasi

dengan memasukkan cairan  $BaCl_2 \cdot 2 H_2O$  dan ditutup dibiarkan selama 3 menit sampai angka pada skala pembacaan menjadi 0.9. Aw meter dibuka dan sampel dimasukkan dan alat ditutup ditunggu hingga 3 menit, dan setelah 3 menit skala aw dibaca dan dicatat, perhatikan skala temperatur dan faktor koreksi. Pengujian kadar protein dilakukan dengan metode mikro Kjeldahl. Pengukuran kadar abu dilakukan dengan metode pengabuan kering (dry ashing). Prinsip analisis ini adalah mengoksidasi semua zat organik pada suhu tinggi (sekitar  $550^\circ C$ ), kemudian dilakukan penimbangan zat yang tertinggal setelah proses pembakaran tersebut. Pengujian viskositas dilakukan dengan menggunakan larutan 1,5% kappa karaginan murni dipanaskan pada suhu  $75^\circ C$ . Sementara itu tabung viskometer juga dimasukkan ke dalam air pada suhu  $75^\circ C$  sehingga pengukuran yang diinginkan tercapai. Selanjutnya 5 mL larutan kappa karaginan murni dimasukkan ke dalam tabung viskometer hingga mencapai 75% volume tabung kemudian bola viskometer dimasukkan ke dalam tabung dan dilepaskan hingga jatuh sepanjang tabung viskometer. Selang waktu tempuh bola dicatat ketika melewati dua garis Fiduciary.

#### **Mikroba.**

Penentuan jumlah total bakteri aerob dan bakteri koliform pada alginat dan karaginan dilakukan dengan cara menimbang contoh sebanyak 25 g, kemudian dicampur dengan air pepton steril (225 ml) dan selanjutnya dilakukan pengenceran bertingkat. Sebanyak 0,1 ml larutan suspensi ditanam pada media lempeng cawan petri yang berisi agar nutrien (Oxoid) untuk penentuan jumlah total bakteri aerob, sedang untuk penentuan jumlah bakteri koli, ditanam pada media *Mac Conkey*. Pengeraman dilakukan pada suhu kamar untuk jumlah bakteri aerob, sedang untuk bakteri koli disimpan pada suhu  $37^\circ C$  selama 24-48 jam untuk selanjutnya dihitung jumlah koloni bakteri yang tumbuh.

#### **Rancangan percobaan.**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan percobaan faktorial, dimana terdapat 2 faktor yaitu, dosis iradiasi terdiri dari 4 taraf (3, 5 dan 7 kGy dan kontrol) serta jenis olahan rumput laut (2 jenis yaitu karaginan dan alginat) dengan ulangan 3 kali.

## 2. Analisis Gudeg

Uji Organoleptik. Uji organoleptik dilakukan di Kelompok Litbang Bahan Pangan PAIR, laboratorium sensori. Penilaian dilakukan panelis terlatih terhadap parameter aroma, rasa, warna, tekstur dan penampakan secara umum. Uji organoleptik dilakukan dengan skala hedonik dengan skor 1- 5 dengan kriteria (5 amat sangat suka; 4 sangat suka; 3 suka; 2 agak suka; 1 tidak suka). Batasan penerimaan panelis untuk menerima yang diberikan oleh panelis adalah skor 3.

Cara penilaiannya dilakukan dengan uji *unstructured scoring* dengan parameter aroma, rasa, warna, tekstur dan penampakan secara umum. Uji ini menyajikan tiga sampel produk yang akan diuji dengan cara acak dan diberi kode acak tiga angka, serta disajikan juga sampel segar sebagai pembanding terhadap parameter yang ada (RAHAYU WP. 1999) [17]. Pada saat penyajian kepada panelis diminta untuk menunjukkan penilaiannya pada garis tersebut. Nilai skala yang digunakan saat pengujian oleh panelis adalah sebagai berikut:

Para meter sensori:

1            2            3            4            5

Skala Hedonik	Parameter Sensori				
	Aroma	Rasa	Warna	Tekstur	Secara umum
5	khas	Sangat suka	Merah pudar	Sangat suka	Sangat suka
4	Agak khas	Suka	Merah pudar agak	Suka	Suka
3	agak busuk	Netral	Merah kornet khas	Netral	Netral
2	busuk	Tidak suka	Merah gelap agak	Tidak suka	Tidak suka
1	sangat busuk	Sangat tidak suka	Merah gelap	Sangat tidak suka	Sangat tidak suka

### Rancangan Percobaan.

Rancangan percobaan penelitian gudeg yang digunakan ialah rancangan acak lengkap satu faktorial, dengan pengulangan 3 kali ulangan. Model statistik yang digunakan ialah  $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$ , dengan desain rancangan sebagai berikut: perlakuan dosis iradiasi (kGy) dan

penyimpanan dengan ulangan 3 kali. Adapun uji lanjutan dilakukan dengan uji beda nyata terkecil (Uji BNT) dengan tingkat kepercayaan  $\alpha = 5\%$ .

### **3. Perlakuan radiasi pada kutu putih dan lalat buah**

#### **Perlakuan radiasi pada kutu putih untuk mencari Dosis Sublethal (dosis steril)**

Dilakukan uji efikasi untuk mencari dosis sub lethal yaitu dosis yang menyebabkan kemandulan pada hama kutu putih. Stadium yang digunakan adalah stadium dewasa muda umur 3 hari dan 8 hari. Dosis yang digunakan adalah 0, 100, 200, 300 dan 400 Gy untuk semua instar dari kutu putih yaitu nimfa instar 1, 2, 3 dewasa. Sebanyak 50 ekor kutu putih diletakkan di kaboca, diradiasi dengan menggunakan Iradiator Panoramic Serbaguna (IRPASENA). Setelah perlakuan radiasi, dilakukan pengamatan pada kutu putih apakah menghasilkan keturunan atau tidak. Pengamatan dilakukan setiap hari di bawah mikroskop, sampai semua serangga mengalami kematian.

#### **Perlakuan radiasi pada lalat buah untuk mencari dosis lethal lalat buah pada salak**

Dilakukan uji dosis radiasi untuk mencari dosis lethal lalat buah pada stadium telur. Lalat buah diinfestasikan ke buah salak dengan cara memasukkan salak kedalam kurungan yang berisi lalat buah yang telah siap untuk bertelur. Salak yang terinfestasi lalat buah diiradiasi di iradiator gamma cell pada dosis 50, 100, 150 dan 200 Gy. Setelah perlakuan iradiasi dilakukan pengamatan untuk mengetahui kematian lalat buah akibat perlakuan iradiasi gamma.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **1. Karaginan dan Alginat**

#### **a. Kadar Air, pH, dan aktivitas air (Aw)**

Hasil pengujian kadar air, pH dan aktivitas air (Aw) bahan dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa kadar air, pH dan aktivitas air (Aw) bahan yang diuji baik yang iradiasi maupun kontrol masing-masing berturut-turut karaginan dan alginat adalah berkisar karaginan 3,92-3,4,18%; 6,89 -7,04; 0,79-0,85 dan 4,06%; 7,02; 0,82, alginat 11,04-11,21%; 6,79-7,06; 0,79-0,84 dan 10,97%; 7,06; 0,79. Dari tabel tersebut dapat dilihat

bahwa iradiasi pada dosis 3-7 kGy tidak mengubah kadar air, pH dan aktivitas air tepung karaginan dan alginat.

Tabel 1. Pengaruh radiasi terhadap kadar air, pH dan aktivitas air (Aw) karaginan dan alginat

Parameter	Jenis olahan rumput laut							
	Karaginan				Alginat			
	Kontrol	3 kGy	5 kGy	7 kGy	Kontrol	3 kGy	5 kGy	7 kGy
Kadar air (%)	4,06	4,18	3,89	3,92	10,97	11,04	11,21	11,18
pH	7,02	6,93	7,04	6,89	6,89	7,06	6,79	6,92
Aw	0,82	0,79	0,85	0,80	0,83	0,79	0,84	0,80

**b. Kadar protein, kadar abu dan viskositas**

Pada Tabel 2 disajikan hasil pengujian terhadap kadar protein, kadar abu dan viskositas bahan. Pada Tabel tersebut terlihat bahwa kadar protein dan kadar abu karaginan dan alginat tidak berubah akibat iradiasi 3-7 kGy, sedangkan viskositas bahan meningkat dengan meningkatnya dosis radiasi yang diberikan. Kadar protein dan kadar abu karaginan dan alginat yang diiradiasi masing-masing berkisar 4,32-4,43%; 0,14-0,17% dan 36,16-36,25%; 24,89-26,01%, sedangkan kontrol masing-masing adalah 4,39%; 0,19% dan 36,18%; 25,89%. Viskositas karaginan dan alginat yang diiradiasi 3,5 dan 7 kGy masing-masing adalah berkisar 59,63-69,78 cp dan 38,56-41,87 cp, sedangkan kontrol masing-masing adalah 58,68 cp dan 35,07 cp.

Tabel 2. Pengaruh radiasi terhadap kadar protein, kadar abu dan viskositas karaginan dan alginat

Parameter	Jenis olahan rumput laut							
	Karaginan				Alginat			
	Kontrol	3 kGy	5 kGy	7 kGy	Kontrol	3 kGy	5 kGy	7 kGy
Kadar protein (%)	4,39	4,43	4,25	4,32	0,19	0,16	0,14	0,17
Kadar abu (%)	36,18	36,21	36,16	36,25	25,89	25,67	26,01	24,89
Viskositas (cp)	58,68	59,63	67,43	69,78	35,07	38,56	39,43	41,87

Pada Tabel 2 terlihat bahwa kadar protein dan kadar abu karaginan dan alginat yang diiradiasi pada dosis sedang 3-7 kGy relatif tak berubah dibandingkan kontrol, sedangkan viskositas karaginan dan alginat meningkat dengan meningkatnya dosis iradiasi yang diberikan 3-7 kGy.

### c. Mikroba

Kandungan mikroba dalam suatu bahan pangan, termasuk pada karaginan dan alginat merupakan salah satu indikator tingkat higienisitas bahan. Hal ini mempengaruhi kecepatan tingkat kerusakan bahan tersebut. Pada Tabel 3 disajikan kandungan mikroba pada karaginan dan alginat radiasi. Pada kontrol tampak bahwa kandungan mikroba berupa total mikroba bakteri aerob pada karaginan dan alginat masing-masing cukup tinggi, sedangkan bakteri koliform, dan total kapang dan khamir tidak tinggi tetapi tidak higienik. Pada karaginan yang diiradiasi 3 kGy masih terdapat bakteri koliform, tetapi tidak ditemukan lagi kapang dan khamir, sedangkan pada alginat yang diiradiasi pada dosis 3-7 kGy tidak ditemukan lagi bakteri koliform, dan kapang dan khamir. Hal ini menunjukkan bahwa dosis iradiasi gamma 3-7 kGy sudah efektif meningkatkan kualitas higienik bahan, akan tetapi dosis 5-7 yang paling efektif dan dianggap sebagai kondisi optimal.

Tabel 3. Pengaruh radiasi terhadap kandungan mikroba karaginan dan alginat

Parameter	Jenis olahan rumput laut							
	Karaginan				Alginat			
	Kontrol	3 kGy	5 kGy	7 kGy	Kontrol	3 kGy	5 kGy	7 kGy
Total bakteri aerob (kol/g)	$1,4 \times 10^5$	$1,3 \times 10^3$	$1 \times 10^2$	0	$1,7 \times 10^4$	$2,1 \times 10^2$	$1,4 \times 10^1$	0
Total bakteri koliform (kol/g)	$2,6 \times 10^3$	$1,6 \times 10^2$	0	0	$1,5 \times 10^2$	0	0	0
Total kapang dan khamir	$1,3 \times 10^3$	0	0	0	$1,7 \times 10^2$	0	0	0

## 2. Gudeg

Hasil percobaan terhadap makanan olahan tradisional gudeg yang diiradiasi dosis sedang menunjukkan hasil bahwa iradiasi yang dilakukan mengacu pada prosedur cara iradiasi

yang baik. Selanjutnya, sampel dilakukan penyimpanan pada suhu kamar dan pengamatan dilakukan dengan menguji organoleptik yang dilakukan oleh panelis terlatih.

Adapun rencana untuk mendapatkan peta dosis dengan berbagai laju dosis dan distribusi dosis dengan menempatkan sistem dosimeter amber dalam bidang radiasi yang berisi sampel dengan rapat massa tertentu sudah dilakukan pada penelitian pendahuluan.

Lebih lanjut, untuk kegiatan percobaan yaitu telah dilakukan penelitian makanan olahan tradisional yang dilakukan yaitu gudeg dan krecek yang diiradiasi dosis 0 dan 8 kGy dan di kemas dengan jenis alufo. Iradiasinya dilakukan sesuai prosedur cara iradiasi yang baik sesuai SNI dosis sedang. Selanjutnya sampel dilakukan penyimpanan pada suhu kamar untuk melihat umur simpan gudeg dan krecek iradiasi. Pengamatan yang dilakukan dengan uji organoleptik, pengemas, kondisi penyimpanan dan umur simpan.

Hasil uji organoleptik dengan parameter aroma, rasa, warna, tekstur, dan penampakan secara umum. Sedangkan penilaiannya dilakukan dengan skala hedonik dengan skor 1- 5 dengan kriteria (5 amat sangat suka; 4 sangat suka; 3 suka; 2 agak suka; 1 tidak suka). Adapun batasan penerimaan panelis untuk menerima yang diberikan oleh panelis adalah skor 3 menunjukkan bahwa sampel gudeg dan krecek secara sensori terlihat baik gudeg maupun krecek masih terlihat baik. Hasilnya mengindikasikan bahwa gudeg yang di iradiasi dosis 8 kGy mampu disimpan sampai penyimpanan 4 bulan dan untuk krecek sampai 3,5-4 bulan, sedangkan kontrol kurang dari 5 hari. Akan tetapi hasil ini jauh lebih baik bila dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa perlakuan iradiasi dosis sedang masih belum optimal dalam mengawetkan gudeg dan krecek iradiasi, karena gudeg iradiasi masih mempunyai umur simpan 4 bulan belum sesuai dengan harapan. Selanjutnya, akan diulang kembali percobaan dengan mencari berbagai cara pengolahan gudeg dan akan diiradiasi dengan dosis sedang sampai tinggi.

Foto Hasil Kegiatan :



Gambar1. Foto sampel gudeg dan krecek yang dikemas dengan alufo dan dosis 8 kGy dengan umur simpan sampai 4 bulan.

### 3.Kutu Putih

Kutu putih merupakan hama utama pada manggis. Tujuan dari penelitian perlakuan radiasi untuk tujuan karantina pada manggis adalah menentukan dosis yang menyebabkan kematian atau kemandulan pada serangga tapi tidak menyebabkan buahnya menjadi rusak.. Sedangkan lalat buah pada salak adalah mencari dosis yang menyebabkan kematian pada lalat buah setelah diiradiasi gamma [26-28].

### KESIMPULAN

1. Dosis iradiasi 3-7 kGy cukup efektif dalam meningkatkan kualitas higienik bahan pangan fungsional berbasis rumput laut (karaginan dan alginat), dan dosis optimum terjadi pada dosis 5-7 kGy, dengan tanpa mengubah sifat fisiko-kimia bahan seperti kadar air, pH, aktivitas air (Aw), protein dan kadar abu. Sedangkan viskositas bahan meningkat dengan meningkatnya dosis serap radiasi. Akan tetapi hal ini memang diinginkan jika karaginan dan alginat digunakan sebagai bahan pangan. Dengan demikian, iradiasi gamma dosis sedang (5-7 kGy) efektif dan optimal dalam meningkatkan kualitas higienik bahan pangan berbasis rumput laut.
2. Hasil penelitian pangan olahan tradisional (gudeg) yang di iradiasi gamma pada dosis radiasi 0 dan 8 kGy dengan menggunakan laju dosis 3,17 kGy/jam yang diiradiasi pada suhu kamar dan perlakuan pengemasan alufo menunjukkan bahwa pangan olahan tradisional dengan sampel gudeg dan krecek dapat dipertahankan kualitas mutu higienisnya, tanpa mengalami perubahan sifat organoleptik terhadap warna, aroma, tekstur dan rasa masih dapat diterima secara umum masing-masing selama 3,5-4 bulan ✓

penyimpanan, serta kontrol (tanpa iradiasi) mempunyai umur simpan kurang dari 5 hari. Akan tetapi hasil ini jauh lebih baik bila dibandingkan dengan hasil penelitian sebelumnya. Selanjutnya, penelitian ini akan diuji coba ulang dengan jenis pengemas lainnya dan beberapa teknik iradiasi.

3. Hasil uji efikasi diketahui bahwa pada dosis 50 Gy lalat buah pada stadium telur telah mengalami kematian 100 %. Hasil radiasi kutu putih dewasa muda umur 3 dan 8 hari menunjukkan bahwa telur tidak menetas. Dalam kondisi normal, kutu putih meletakkan nimpa instar 1 dan juga jumlah telur lebih sedikit dibanding normal.

## DAFTAR PUSTAKA

1. TANHINDARTO RP, IRAWATI Z. Status litbang pengawetan makanan menggunakan radiasi pengion. Seminar Pendayagunaan Hasil Litbangyasa Iptek Nuklir V dan Bursa Teknologi. Hotel Millenium, 12 Sep Jakarta (2004).
2. TANHINDARTO RP, SUDRAJAT A. Aspek dosimetri makanan olahan tradisional pada fasilitas Irpasena. Risalah Seminar Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, P3TIR – BATAN, Jakarta 17 – 18 Februari (2004) 265.
3. TANHINDARTO RP, IRAWATI Z. Pemanfaatan teknologi radiasi dalam pengawetan makanan. Stadium General Fisika IPB dengan tema *Commercial Irradiation in Food Processing*. Bogor : 18 Mei (2002).
4. TANHINDARTO RP. Aplikasi proses radiasi dalam bidang pengawetan makanan. Seminar dengan Tema Aplikasi Biofisika Radiasi untuk Masyarakat. Jur. GFM/Biologi FMIPA – IPB. 20 Sep Bogor (2003).
5. TANHINDARTO RP, Mempertahankan mutu makanan tradisional dodol kombinasi iradiasi dan pengemas modifikasi atmosfer. Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, PAIR – BATAN, Jakarta 18 – 19 Desember (1998) 161.
6. TANHINDARTO RP, ROSALINA S.H., dan CECEP M.N., Penggunaan iradiasi gamma untuk memperpanjang daya simpan dodol, 6 th National Congress of Indonesia Society for Microbiology and Asean Meeting on Microbiology, Desember 2 – 4, Surabaya (1993).
7. TANHINDARTO RP, ROSALINA S.H., dan CECEP M.N., Penggunaan iradiasi gamma untuk memperpanjang daya simpan bakpia dan wingko, Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, PAIR – BATAN, Jakarta 13 – 15 Desember (1994) 283.

8. TANHINDARTO RP dan ROSALINA S.H., Penggunaan iradiasi gamma dan jenis pengemas pada mutu dan masa simpan bakpia dan dodol, Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, PAIR – BATAN, Jakarta 18 – 19 Februari (1997) 137.
9. TANHINDARTO RP, ROSALINA S.H. dan SITUMORANG, N., Pengaruh iradiasi gamma dan teknik pengemasan terhadap mutu makanan tradisional bakpia, Risalah Pertemuan Ilmiah Penelitian dan Pengembangan Aplikasi Isotop dan Radiasi, Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi – BATAN, Jakarta 23 – 24 Februari (1999) 223.
10. MAGDA S. TAIPINAA, MARIA L. GARBELOTTI, LEDA C.A.LAMARDO, JOSEFINA S. SANTOSA, MARIA A.B. RODAS. The effect of gamma irradiation on the nutritional properties of sunflower whole grain cookies. 11th International Congress on Engineering and Food (ICEF11). *Procedia Food Science* 1 (2011) 1992 – 1996.
11. VANESA GUILLE' N-CASLA, NOELIA ROSALES-CONRADO , MARI'A EUGENIA LEO' N-GONZA' LEZ, LUIS VICENTE PE' REZ-ARRIBAS, LUIS MARI'A POLO-DI'EZ. Principal component analysis (PCA) and multiple linear regression (MLR) statistical tools to evaluate the effect of E-beam irradiation on ready-to-eat food. *Journal of Food Composition and Analysis* 24 (2011) 456–464.
12. ARVANITOYANNIS I.S. *Irradiation of Food Commodities: Techniques, Applications, Detection, Legislation, Safety and Consumer Opinion*. Academic Press Elsevier, USA (2010)
13. CHUAH T.G., HAIRUL NISAH H., THOMAS CHOONG S.Y., CHIN N.L. DAN NAZIMAH SHEIKH A.H. Effects of temperature on viscosity of dodol (concoction). *J. of Food Engineering* 80, (2007) 423-430.
14. PERATURAN KEPALA BPOM. 2018. PerKa Nomor 3 tahun 2018.
15. BADAN STANDARISASI NASIONAL (BSN). 2012. Standar Nasional Indonesia (SNI): rendang sapi steril.
16. BADAN STANDARISASI NASIONAL (BSN). 2016. Standar Nasional Indonesia (SNI): Proses Radiasi pangan olahan siap saji dosis sedang.
17. ERNIATI, ZAKARIA, F.R., PRANGDIMURTI, E., DAN ADAWIYAH, D.R., Potensi rumput laut: Kajian komponen bioaktif dan pemanfaatannya sebagai pangan fungsional, *J. Acta Aquatica*, 3 1, (2016) 12-17
18. KALSHOVEN. 1981. *The Pest of Crops in Indonesia*. PT. Ichtiar Baru – Van Hoeve. Jakarta. p 701.
19. METCALF, R.L., dan W. H. LUCKMANN. 1982. *Introduction to Insect Pest Management*. John Wiley & Son. New York, Singapore. 577p.

20. PURNAMA, SARMA, M, NAJI, M. Strategi Peningkatan Mangga di Pasar International (The Enhancement Strategies for Indonesia Mango Marketing in International Market). *J.Horti*.24 (1) : 85-93,2014.
21. THOMAS, DONALD B. dan GUY J.HALLMAN. Development in Mexican Fruit Fly (Tephritidae : Diptera) Irradiated in Grapefruit..*Physiology, Biochemistry and Toxicology*. Vol 104 no 6 .1367-172.2011
22. GOULD, WALTER P and GUY J.HALLMAN. Irradiation Disinfestation of Diaprepes Root weevi (Coleoptera : curcilionidae) and Papaya Fruit Fly (Diptera : Tephritidae). *Scientific Notes Florida Entomologis* 87 (3).391-392. 2004.
23. KABBASHI, ESAM ELDIN B, OSMAN ,E.NASR, SUTASTA K. MUSA dan MOHAMED A.H.ROSDHI. Use of Gamma Irradiation for Desinfestation of Guava Fruit Flies (*Ceratitis capaitata* spp.andd *Bactrocra* sp (. (Diptera: Tephritidae) in Khartoum, Sudan. *Agr.Scienc Journal* Vol 214 hal 171-182.2012.
24. PUANMANEE, KESUDA DAN ARUNEE WONGPIYASATID. Gammma Irradiation Effect on Guava Fruit fly *Bactrocera corecta* (Bezzi) . (Diptera: Tephritidae) *Kasetsart J. (Nat.Sci)* 44.830-846.2010
25. HARA, ARNOLD H, JULIANA A.YALEMAR AR, ERIC B.JANG DAN JAMES H.MOY. Irradiation as Possible Quarantine for green scale *Coccus viridis* (Green) (Homoptera ; coccidae).*Postharvest Biology and Technology* 25 hal 349 -358.2002
26. MCDONALD HEATHER, MARRY MCCULLOCH, FRED CAPORASO, IAN WINBERNE dan MICHON QOBICON. Comercial scale irradiation for insect desinfestation preserve peach quality. *Radiatino Physics and Chemistry* RI.697-704.2012.
27. BURDITT JR., A. K. 1994. Irradiation dalam Sharp, J. L dan Hallman, G.J. Quarantine Treatments for Pests of Food Plants. Penerbit Oxford & IBH Publishing Co. Pvt. Ltd. New Delhi. Bombay.
28. INTERNATIONAL STANDARD FOR PHYTOSANITARY MEASURES (ISPM) No. 18. Guidelines for the Use of Irradiation as A Phytosanitary Measure 2006. Produce by Secretariat of the International Plant Protection Convention. Food and Agriculture of the United Nations. Rome. 223-236