

PENGARUH IRADIASI GAMMA PADA SIFAT FISIKA-KIMIA PLASTIK FILM NATA DE COCO

Erizal dan Lely Hardiningsih
Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

ABSTRAK

PENGARUH IRADIASI GAMMA PADA SIFAT FISIKA-KIMIA PLASTIK FILM NATA DE COCO. Dalam kerangka menaikkan kualitas bahan baku alami misalnya plastik film nata de coco yang dihasilkan dari air kelapa secara proses mikrobiologis, telah dilakukan penelitian tentang pengaruh iradiasi gamma terhadap karakter fisika-kimia plastik film *nata de coco*. Plastik film dikemas dalam kantong plastik polipropilen (PP) diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 10, 20, 30, dan 40 kGy (laju dosis 10 kGy/j). Selanjutnya dilakukan analisis sifat fisika-kimia plastik film baik yang diiradiasi maupun kontrol, meliputi sifat thermal yang diukur dengan *Differential Scanning Calometry (DSC)*, spektrum infra merah (IR), daya serap air pada pH 4,7, dan 11, serta tegangan putus. Dari evaluasi diperoleh hasil yaitu pada pengujian *DSC* terlihat penurunan nilai suhu untuk dekomposisi kristal plastik film nata de coco, tidak terlihat adanya perubahan pada spektrum IR, daya serap terhadap air baik pada pH asam maupun basa dan tegangan putus plastik film *nata de coco* menurun dengan meningkatnya dosis iradiasi hingga 40 kGy.

ABSTRACT

THE EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON THE PHYSICO CHEMICAL OF THE PLASTIC FILM NATA DE COCO. The effect of irradiation to improve the quality of natural products such as nata de coco plastic film particular on its physico-chemical has been studied. The plastic films of nata de coco were packed in the PP packaging, then irradiated with gamma rays at the doses of 10, 20, 30 and 40 kGy (dose rate of 10 kGy/h). Analyses were carried out on the chemicals and physical properties of the plastic film of nata de coco which received irradiation as well as the controls. After evaluation, it was found that the temperature peak for decomposition of crystalline of nata de coco plastic film decreased, not changes were found in the IR spectrum, while water absorption at acid and base pH, and tensile strength of plastic film nata de coco decreases with increasing irradiation dose up to 40 kGy.

PENDAHULUAN

Ditinjau asal usulnya *nata de coco* merupakan salah satu bahan indigenous dari negara Filipina dan Indonesia yang dihasilkan dari proses fermentasi air kelapa oleh bakteri *acetobacter xylinum*, dan dikonsumsi sebagai food supplement yang baik untuk pencernaan tubuh karena mengandung serat selulosa yang relatif tinggi (1-4). Meninjau potensi yang cukup besar untuk pengembangan *nata de coco* menjadi suatu produk dengan kualitas yang baik dan nilai jual yang relatif tinggi serta aplikasi yang luas, maka pada beberapa tahun belakangan ini sedang dilakukan penelitian yang intensif untuk hal tersebut (5,6). Beberapa jenis kegunaan *nata de coco* setelah diproses adalah dapat dipakai sebagai membran loudspeaker dan headspeaker yang dikembangkan oleh perusahaan SONY, Jepang, dan untuk penguat tegangan putus kertas. Masalah yang timbul dari plastik film *nata de coco* salah satunya adalah limbah baik hasil proses maupun pro-

duk. Untuk memanfaatkannya kembali diperlukan suatu proses. Salah satu proses yang mungkin untuk pemanfaatan kembali limbah produk plastik film *nata de coco* adalah proses radiasi, karena dengan radiasi proses oksidasi dan degradasi dapat dikontrol (7).

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh iradiasi gamma terhadap perubahan sifat fisiko-kimia plastik *nata de coco* yang berdasarkan hipotesa yaitu bahwa bahan-bahan yang mengandung selulosa pada umumnya akan mengalami degradasi dan perubahan ikatan silang sebagai akibat radiasi.

BAHAN DAN METODA

Bahan. *Nata de coco* berwarna kekuningan dibeli dari Pasar tradisional, Bogor. Asam asetat dan NaOH buatan Merck dan bahan kimia lainnya adalah kualitas p.a.

Pembuatan plastik dan iradiasi selulosa nata de coco. *Nata de coco* yang diperoleh dari pasar dicuci dengan air suling hingga bersih untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang pada permukaannya. Selanjutnya, direndam dalam larutan NaOH 0,5 N selama 1 jam untuk menghilangkan asam asetat yang tersisa hasil proses fermentasi, dan dicuci kembali dengan air suling. Selanjutnya *nata de coco* dipres dengan hingga terbentuk lapisan tipis dengan ketebalan ± 2 mm. Kemudian bahan dikeringkan pada suhu kamar (33 °C) selama 48 jam, dan diiradiasi dengan sinar gamma dalam iradiator IRPASENA pada dosis 0, 10, 20, 30 dan 40 kGy.

Pengukuran air yang terserap plastik nata de coco. *Nata de coco* dengan ukuran 1x1 cm direndam dalam air suling selama 1, 3, 5, 24 dan 48 jam. Selanjutnya air permukaan masing-masing bahan dibersihkan dengan kertas tissue, selanjutnya ditimbang. Kemudian bahan dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam, lalu ditimbang. Air yang terserap pada plastik *nata de coco* dihitung berdasarkan persamaan berikut ;

$$\text{Air yang terserap (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

W₀ = berat bahan kering
W₁ = berat bahan basah

Pengukuran karakter DSC film nata de coco. Untuk menentukan terjadinya perubahan sifat fisika yang meliputi suhu leleh, kristalinitas /amorf, dan suhu dekomposisi dari *nata de coco* digunakan *Differential Scanning Calometry* (DSC) buatan DU PONT, Amerika, dengan kecepatan 10°C/menit pada daerah ukur 50-500°C.

Pengukuran karakter spektrum infra merah (IR) film nata de coco. Untuk menentukan terjadinya perubahan sifat kimia dari plastik film nata de coco digunakan spektrum infra merah buatan SHIMADZU model 8201,

Pengukuran tegangan putus plastik film nata de coco. Pengujian karakter fisik yang penting dari plastik film *nata de coco* baik hasil iradiasi maupun kontrol yaitu tegangan putus dilakukan menggunakan alat *Instron tester* model R-1 buatan Toyoseki, Jepang dengan kecepatan 30 mm/menit pada suhu 32°C. Tegangan putus dihitung dengan persamaan berikut ;

$$\text{Tegangan putus} = F/A \dots \dots \dots (2)$$

F = Beban dari bahan hingga putus , Kg
A = Luas penampang persatuan, cm²

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh lama waktu perendaman dan radiasi terhadap kemampuan plastik film menyerap air disajikan di Tabel 1. Terlihat bahwa dengan makin lama plastik film *nata de coco* direndam dalam air suling hingga 48 jam baik kontrol maupun pada setiap dosis iradiasi, kandungan air yang terserap menaik dalam rentang 12-33 %. Sedangkan dengan menaiknya dosis iradiasi hingga 40 kGy baik pada kontrol maupun pada setiap jangka waktu lama perendaman, kemampuan plastik film *nata de coco* untuk menyerap air relatif menurun dalam rentang 12-35 %.

Tabel 1. Pengaruh lama perendaman dan iradiasi terhadap daya serap air plastik film *nata de coco*.

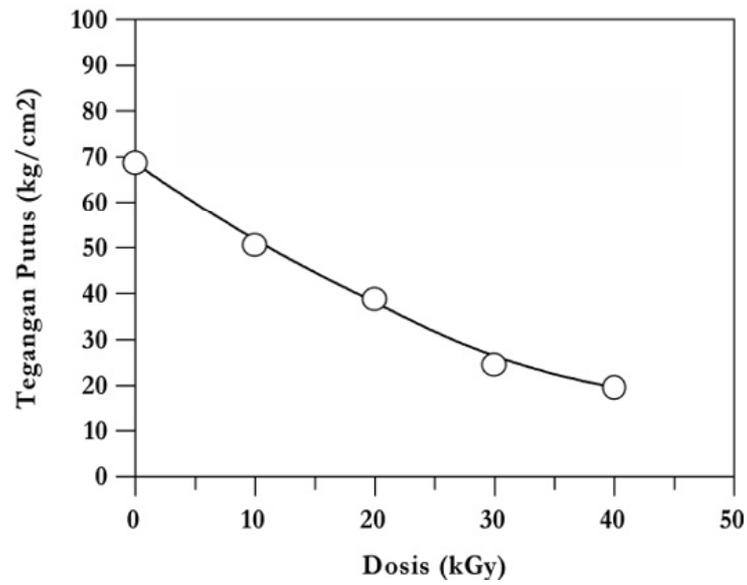
Waktu (jam)	Persen air yang terserap pada dosis iradiasi (kGy)				
	0	10	20	30	40
1	98,79	97,14	91,14	85,78	83,97
3	100,43	99,25	93,33	88,82	87,79
5	105,67	101,30	96,17	92,67	90,18
24	120,55	119,43	97,36	93,92	92,36
48	131,32	125,00	113,41	97,88	96,14

Tabel 2. Pengaruh pH 4,7, 11 dan iradiasi terhadap daya serap air plastik film *nata de coco* yang direndam selama 48 jam.

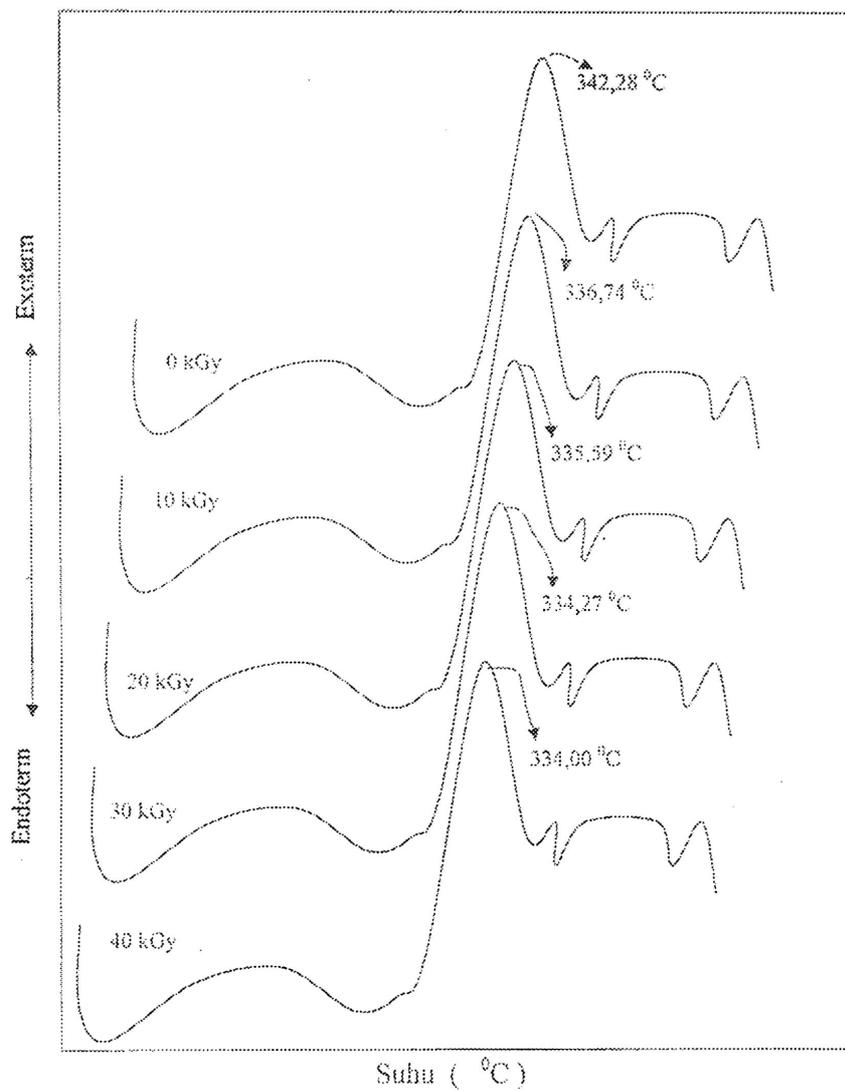
Waktu (jam)	Persen air yang terserap pada dosis iradiasi (kGy)				
	0	10	20	30	40
4	111,39	98,62	96,17	93,63	90,87
7	111,12	98,87	96,46	93,23	91,15
11	112,25	97,19	96,52	92,86	90,17

Pengaruh pH terhadap daya serap air plastik film *nata de coco* yang diiradiasi hingga 40 kGy disajikan pada Tabel 2. Terlihat bahwa plastik daya serap air film *nata de coco* relatif konstan pada perubahan pH, tidak dipengaruhi oleh pH lingkungan baik lingkungan asam (pH =4) maupun basa (pH =11). Sedangkan iradiasi hingga 40 kGy, daya serap terhadap air plastik *nata de coco* pada pH 4, 7 dan 11 relatif menurun ± 10 %.

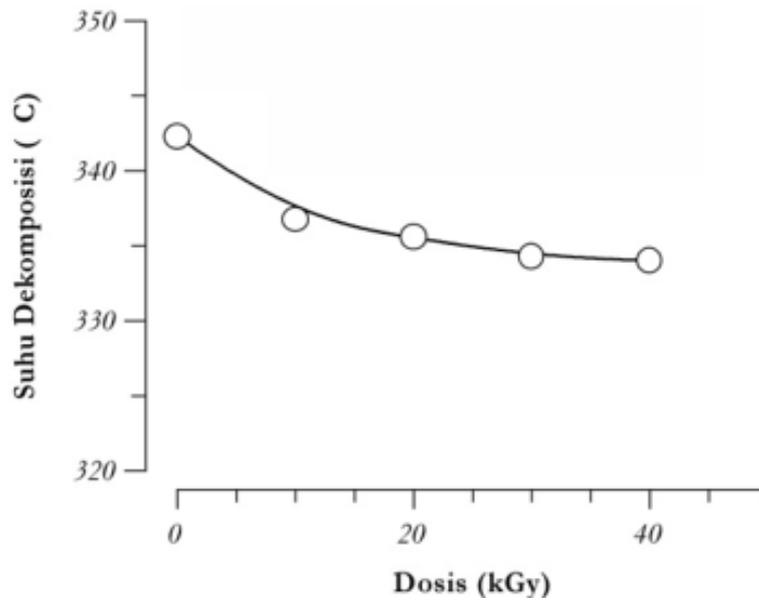
Pengaruh iradiasi hingga 40 kGy terhadap tegangan putus plastik film *nata de coco* disajikan pada Gambar 1. Terlihat bahwa dengan menaiknya dosis iradiasi hingga 40 kGy, tegangan putus plastik film *nata de coco* menurun sebesar 49,0 Kg/cm² (dari 68,6 hingga 19,6).



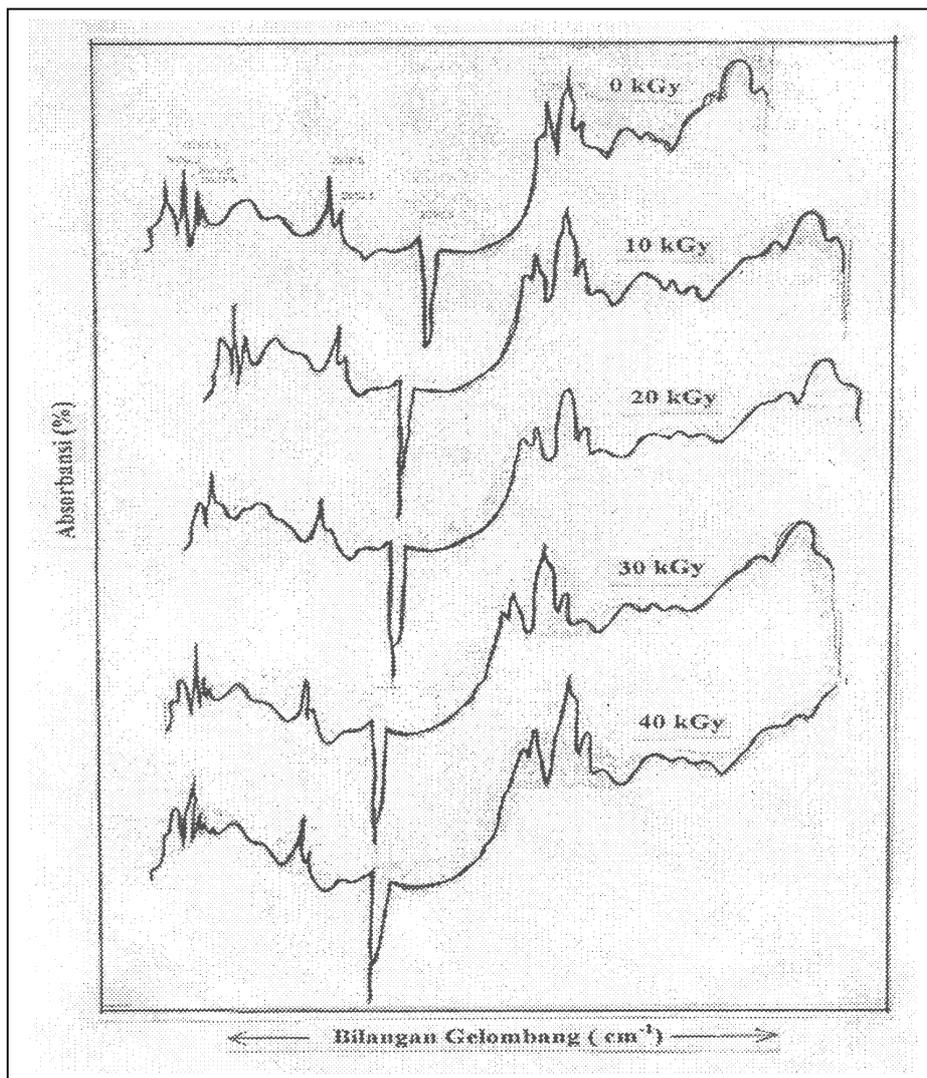
Gambar 1. Hubungan dosis iradiasi terhadap tegangan putus palstik film *nata de coco*



Gambar 2. Spektrum DSC *nata de coco* kontrol dan iradiasi



Gambar 3. Hubungan dosis iradiasi terhadap suhu dekomposisi nata de coco kontrol dan iradiasi

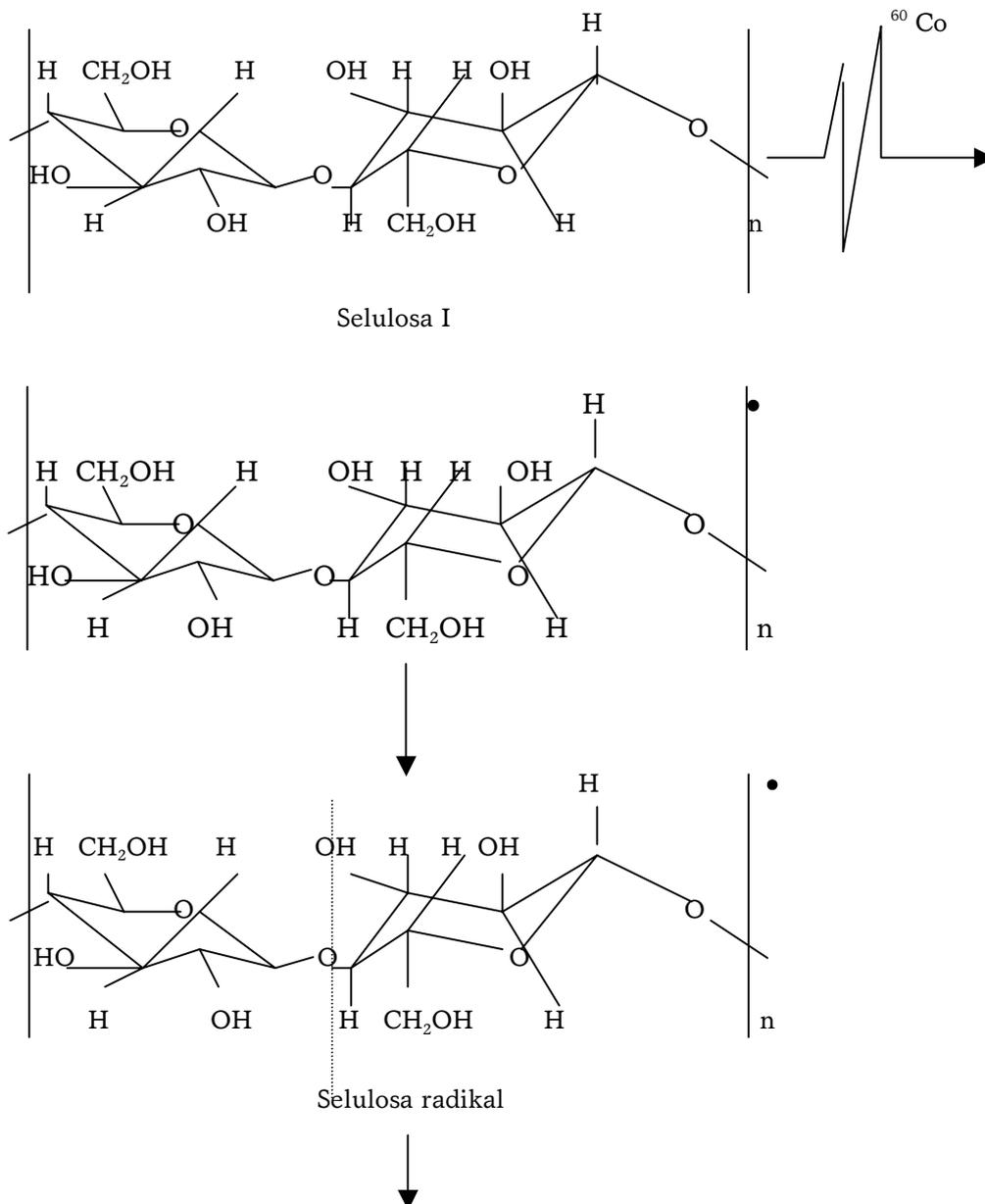


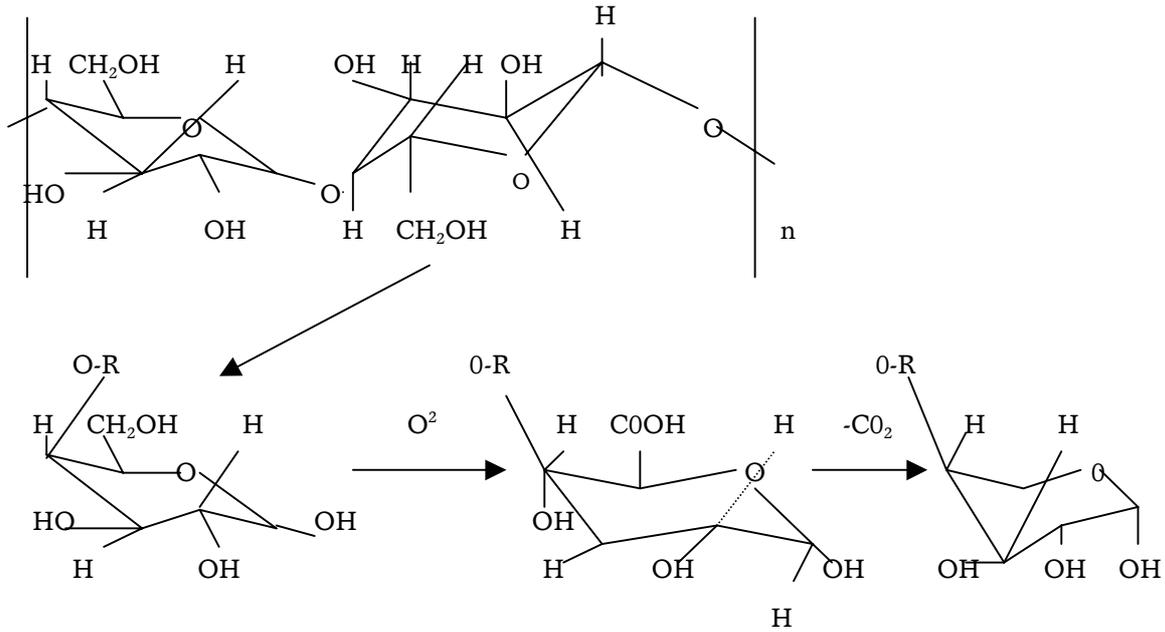
Gambar 4. Spektrum infra merah plastik film nata de coco kontrol dan hasil iradiasi

Pada Gambar 2 dan 3 disajikan spektrum DSC plastik film *nata de coco* dan hubungan antara dosis iradiasi terhadap suhu dekomposisi plastik film baik yang diiradiasi maupun kontrol, terlihat adanya puncak spektrum amorf, dan puncak dekomposisi. Terjadi perubahan suhu untuk dekomposisi kristal plastik film *nata de coco* dengan menaiknya dosis iradiasi hingga 40 kGy, yaitu suhu dari kontrol (0 kGy) dengan nilai sebesar 342 °C turun hingga menjadi 336,24 °C (10k Gy), 335,59 °C (20 kGy), 334,27 °C (30 kGy), dan 334,00 °C (40 kGy).

Spektrum infra merah plastik film *nata de coco* baik yang diiradiasi maupun kontrol disajikan di Gambar 4. Terlihat bahwa iradiasi hingga 40 kGy, tidak menyebabkan timbulnya puncak-puncak baru dalam spektrum yang mewakili gugus-gugus fungsi dari plastik film *nata de coco*.

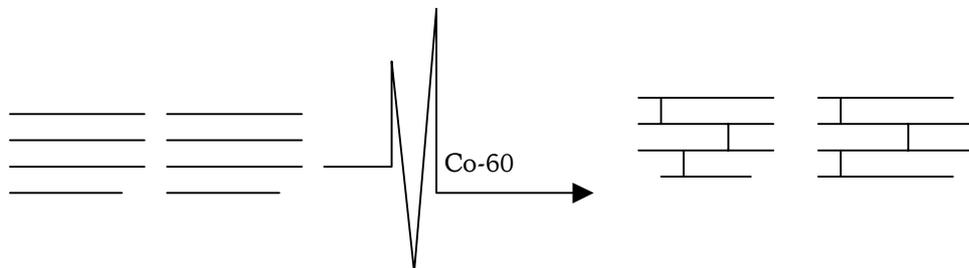
Beberapa peneliti melaporkan bahwa pada bahan-bahan yang sebagian besar mengandung selulosa misalnya serbuk gergaji atau kertas diiradiasi dengan sinar gamma atau mesin berkas elektron terjadi reaksi degradasi atau perubahan ikatan silang (7-9). Reaksi degradasi dan ikatan silang saling berkompetisi dan umumnya ikatan silang dominan pada dosis iradiasi relatif rendah 10-30 kGy sedang degradasi terjadi pada dosis > 30 kGy. Reaksi-reaksi yang mungkin terjadi pada bahan selulosa, I, yang komponen utamanya adalah glukosa yang berikatan 1,4 β glukosida diiradiasi adalah sbb. ;





Gambar 5. Mekanisme degradasi selulosa

Kemungkinan terjadinya reaksi ikatan silang selulosa dapat digambarkan sbb.;



Jumlah gugus hidroksi (OH) yang relatif besar dikandung selulosa memegang faktor penting dalam mengontrol sifat *swelling* terhadap air, asam dan basa. Dalam struktur molekulnya selulosa saling berikatan dengan molekul lainnya dalam ikatan hidrogen baik ikatan hidrogen intra dan inter molekuler, terjadinya keduanya ikatan adalah di daerah amorf. Rapatnya lapisan-lapisan selulosa plastik film *nata de coco* menyebabkannya sukar ditembus oleh air dan terjadinya ikatan silang akan menaikkan sifat sukar dihidrasi *nata de coco*. Hal ini mungkin yang menyebabkan menurunnya daya serap air dari *nata de coco* hasil iradiasi hingga 40 kGy baik pada pH 4,7 dan 11 serta menurunnya tegangan putus dan menurunnya kalori yang dibutuhkan untuk melelehkan adanya ikatan silang.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapatlah ditarik kesimpulan yaitu bahwa iradiasi hingga 40 kGy dapat menyebabkan terjadinya perubahan sifat fisika-kimia dari selulosa plastik film *nata de coco* hal yang ditunjukkan oleh terjadinya penurunan nilai air terserap pada kondisi pH netral, asam, dan basa, serta penurunan nilai suhu dekomposisi dengan menaik dosis iradiasi hingga 40 kGy.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada rekan-rekan di IRPASENA yang telah membantu iradiasi bahan hingga penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

1. TAJIMA, T., FUJIWARA, M., TAKAI, M., HAYASHI, Synthesis of bacterial cellulose composite by acetobacter xylinum I., Mokuzaigakkaishi, 41 (1995) 34.
2. IGUCHI, M., and SHIGERU, Y., Industrial use of bacterial cellulose-A review, Proceeding of The International Workshop on Green Polymers, 4-8 November 1996, 47-54.
3. SUGIHARTO, A., PRATIWI, W., BAHAR, N., and SETIANINGSIH, Effect of NaOH and NaClO treatments on the quality of sheets prepared from bacterial cellulose, Proceeding of The International Workshop on Green Polymers, 4-8 November 1996, 377.
4. TAUFAN, H., BASUKI, T.P., ELYANI, N., Application of bacterial cellulose in paper-making, Proceeding of The International Workshop on Green Polymers, 4-8 November 1996, 43-46.
5. SHIBAZAKI, H., KUGA, S., ONABE, F., Mechanical properties of papersheet containing bacterial cellulose, University of Tokyo, 1994.
6. YAMANAKA, S., et al, The structure and mechanical properties of sheet prepared from bacterial cellulose, Journal of Material Science, (1989) 78-95.
7. CHUAQUI, C.A., et al, The effects of electron beam treatment on wood components, Proceedings of the seventh Canadian Bioenergy R&D Seminar (1989) 124-130.
8. SARKANEN, K.V., and LUDWIG, C.H., Lignins, occurrence, formation, structure and reactions, J. Wiley & Sons, New York (1971).

DISKUSI

SRI WAHYUNI

1. Dengan bertambahnya dosis (sampai 40 kGy) terlihat titik leleh daya serap pH dan daya regang plastik. Apakah menurunnya sifat-sifat tersebut bertambah baik atau bertambah buruk ?
2. *Nata de coco* adalah bahan yang ramah lingkungan. Akibat diiradiasi, apakah berpengaruh pada sifat ramah lingkungannya tersebut ?

ERIZAL

1. Relatif, dapat menjadi lebih baik jika dipakai/digunakan untuk memproduksi bahan dengan nilai standard parameter yang sama atau lebih kecil dari parameter-parameter dengan hasil iradiasi rentang dosis hingga 40 kGy dan sebaliknya.
2. Ya, sangat berpengaruh sekali, karena dengan proses iradiasi ini *nata de coco* akan lebih mudah terdegradasi.

GATOT TRIMULYADI REKSO

Dari spektrum IR-nya puncak-puncak apa saja yang berubah akibat iradiasi ?

ERIZAL

Setelah dianalisis secara kualitatif didapatkan hasil, yaitu bahwa tidak terlihat adanya puncak-puncak baru pada spectrum infra merah pada plastik film *nata de coco* hasil iradiasi hingga 40 kGy dibandingkan kontrol (0 kGy).

KRISNA LUMBANRAJA

Bagaimana *nata de coco* ini diaplikasikan untuk elektro-akustik dan bagaimana hasil penelitian Anda berpengaruh pada produk yang diterapkan (electro-acoustic) ?

ERIZAL

Karena penelitian ini hanyalah merupakan penelitian pendahuluan, maka untuk aplikasi plastik film *nata de coco* hasil iradiasi untuk bahan elektro-akustik perlu dilakukan pengujian parameter yang disyaratkan, yaitu sifat sonic-velocity dan low dynamic loss memenuhi syarat atau tidak.