

## PENGARUH POLIETILEN GLIKOL TERHADAP SIFAT FISIKA-KIMIA HIDROGEL POLIETILEN OKSIDA-KARAGINAN HASIL IRADIASI

Erizal, Dewi, S.P., dan A.Sudradjat

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi - BATAN

### ABSTRAK

**PENGARUH POLIETILEN GLIKOL TERHADAP SIFAT FISIKA-KIMIA HIDROGEL POLYETHYLENE OXIDE-KARAGINAN HASIL IRADIASI.** Dalam rangka mengembangkan aplikasi radiasi pada pengolahan polimer alam (*natural polimer*), telah dilakukan sintesis hidrogel polietilen oksida (PEO)-karaginan menggunakan iradiasi mesin berkas elektron dan dipelajari pengaruh polietilen glikol (PEG) terhadap karakteristik fisiko-kimianya. PEO dengan konsentrasi 2 % (b/b) dicampur dengan larutan karaginan konsentrasi 2 % (b/b) dalam air suling, lalu ke dalam campuran ditambahkan larutan polietilen glikol (PEG) dengan konsentrasi 0; 0,1; 0,3 ; 0,5 ; dan 0,7 % (v/v). Campuran diaduk hingga homogen pada suhu 80 °C selama 1 jam. Selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam cetakan plastik (10x10x0,2) cm<sup>3</sup>, lalu diiradiasi dengan mesin berkas elektron pada dosis 10; 20; 30 ; dan 40 kGy dengan laju dosis tunggal 10 kGy/pass. Sifat fisika-kimia dari hidrogel yang diamati adalah fraksi gel, *swelling*, penguapan air dan *tensile strength*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa dengan naiknya dosis iradiasi hingga 40 kGy fraksi gel meningkat, dan dengan naiknya konsentrasi PEG fraksi gel dari hidrogel menurun. Naiknya konsentrasi PEG menaikkan kemampuan adsorpsi air dari hidrogel, dan menghambat penguapan air. Hidrogel PEO-karaginan menunjukkan karakter yang elastis dan transparan dan cocok sebagai bahan untuk *wound dressing* (pembalut luka).

**Kata kunci :** berkas elektron, polietilen oksida, karaginan, hidrogel

### ABSTRACT

**THE EFFECT OF POLYETHYLENE GLYCOL ON THE CHARACTERISTICS OF POLYETHYLENE OXIDE-CARRAGEENAN HYDROGEL PREPARED BY IRRADIATION.** In the purpose to develop the application of irradiation for processing natural polymers, the synthesis of polyethylene oxide (PEO)-carrageenan hydrogel by using electron beam machine a study on the effect of polyethylene glycol (PEG) on its physico-chemical properties have been carried out. PEO solution its 2 % (w/w) was mixed with carrageenan

solution of 2 % (w/w), then the PEG solution of 0.1 : 0.3; 0.5 ; and 0.7 % w/w, respectively were added. The mixture was stir until homogen, then heating at 80 °C for 1 hr. Finally, the mixtures were poured into plastic film packaging (10x10x 0,2) cm<sup>3</sup>, and then irradiated by electron beam machine at the doses of 0; 10;20;30; and 40 kGy (dose rate 10 kGy/pass). The physico-chemical properties of the hydrogel such as ; gel fraction, water adsorption, water loss, and tensile strength were observed. After evaluation it was found that with increasing irradiation dose, the gel fraction of the hydrogel increases. In contrast, with increasing PEG concentration, the gel fraction decreases. With increasing PEG concentration, the ability of hydrogel to adsorp and to reduce water evaporation increases. Tensile strength increases with irradiation dose up to 40 kGy. From their appearances, the PEO-carrageenan blend hydrogel can be suitable for wound dressing.

**Key words :** electron beam, polyethylene oxide, carrageenan, Hydrogel

## PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun belakangan ini, penelitian yang berkaitan dengan pengolahan bahan *indigenous* khususnya polimer sedang intensif dilakukan. Di Indonesia khususnya, telah banyak penelitian yang dilakukan terhadap bahan polimer alam yang berasal dari laut seperti alginat, agar, karaginan. Penelitian tersebut berkaitan dengan pengolahan bahan yang tahapan akhirnya adalah mendapatkan bahan dengan kualitas yang baik serta mempelajari karakterisasi fisika-kimia dan pendataan kelimpahannya di beberapa kepulauan [1-4]. Ditinjau dari struktur kimianya polimer alam ini merupakan turunan dari selulosa yang pada umumnya relatif mudah terdegradasi, dan mempunyai efek yang baik untuk kesehatan misalnya alginat dapat digunakan untuk mengurangi kadar gula darah pasien diabetes . Namun demikian, penelitian yang berkaitan dengan modifikasi polimer alam tersebut, masih relatif sedikit apa lagi pemakaian iradiasi untuk modifikasi bahan alam tersebut, karena bahan alam umumnya relatif mudah terdegradasi. Pada penelitian sebelumnya dilakukan sintesis dan karakterisasi hidrogel Polietilen oksida-karaginan hasil iradiasi, dan hasil sifat fisika-kimianya relatif kurang memadai untuk dapat digunakan sebagai

biomaterial [5]. Oleh karena itu dalam penelitian ini akan dilakukan modifikasi hidrogel PEO/karaginan dengan menambahkan zat pelembab Polietilen glikol.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari modifikasi hidrogel PEO-karaginan dengan menambahkan PEG yang dikombinasikan dengan perlakuan iradiasi untuk mendapatkan biomaterial baru, yang pada akhirnya dapat digunakan untuk keperluan kesehatan.

## **TATA KERJA**

### **Bahan.**

Poli etilen oksida yang dipakai adalah buatan Aldrich, USA dengan BM rata-rata adalah 900.000. Kappa karaginan diperoleh dari Balai Penelitian Pengolahan dan Sosialisasi Olahan Produk Laut, Slipi, Jakarta. Poli etilen glikol 300 buatan FLUKA, Switzerland dengan BM rata-rata 285-315. Bahan kimia lain yang dipakai adalah kualitas p.a.

### **Pembuatan Hidrogel PEO-Karaginan dengan Iradiasi**

Polietilen oksida dan karaginan masing-masing dengan konsentrasi 2% dalam 100 ml air suling, diaduk, dibuat homogen sambil dipanaskan pada suhu 80 °C selama 1 jam, kemudian ke dalam campuran tersebut secara berturut-turut ditambahkan larutan PEG dengan konsentrasi 0; 0,1; 0,3; 0,5 dan 0,7 % (v/v). Selanjutnya larutan campuran dituangkan pada wadah cetakan plastik ukuran (10x10 x 0,2) cm<sup>3</sup>. Larutan yang telah berbentuk padatan pada wadah dibungkus dengan plastik Polipropilena (PP), selanjutnya diiradiasi dengan berkas elektron pada dosis 0;10;20;30 dan 40 kGy menggunakan energi 2 Mev ( laju dosis 10 kGy/pass) pada suhu kamar.

## Pengujian Fraksi Gel

Hidrogel hasil iradiasi dengan berat tertentu dimasukkan dan dibungkus dalam saringan dengan ukuran 300 mesh, selanjutnya saringan direndam dalam air suling pada suhu kamar sambil digoyang dalam *shaker* inkubator Kottermann buatan Jerman selama 7 hari. Kemudian berat hidrogel yang tersisa dalam saringan dikeringkan dalam oven hingga diperoleh berat konstan. Selanjutnya fraksi gel dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Fraksi gel} = (W_0 - W_1) / W_0 \times 100 \% \quad (1)$$

$W_0$  = berat hidrogel awal

$W_1$  = berat hidrogel kering

## Pengujian Air yang Terserap Fungsi Waktu

Hidrogel hasil iradiasi direndam dalam air suling pada suhu kamar dengan waktu perendaman hingga 120 jam, dan penimbangan berat hidrogel basah ( $W_2$ ) dilakukan setiap selang waktu tertentu. Sebelum penimbangan dilakukan, air pada permukaan hidrogel dihilangkan dengan kertas saring. Akhirnya, hidrogel dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga dicapai berat konstan (berat kering,  $W_3$ ). Selanjutnya air yang terserap hidrogel dihitung berdasarkan persamaan berikut ;

$$\text{Air yang terserap} = (W_2 - W_3) / W_3 \times 100 \% \quad (2)$$

$W_2$  = Berat hidrogel basah (gr)

$W_3$  = Berat hidrogel kering (gr)

## Pengujian Air yang Menguap (*water loss*)

Air yang menguap dari hidrogel PEO-karaginan baik hasil iradiasi maupun kontrol diukur berdasarkan laju pengurangan berat hidrogel yang diletakkan pada

wadah plastik yang terbuka ke udara, diukur pada suhu kamar pada selang waktu tertentu hingga berat konstan. Air yang menguap dari hidrogel dihitung berdasarkan persamaan berikut ;

$$\text{Kadar air menguap} = (W_a - W_k) / W_a \times 100\% \quad (3)$$

$W_a$  = Berat bahan awal (gr)

$W_k$  = Berat bahan pada selang waktu pengujian

### **Pengukuran Tegangan putus (*Tensile Strength*)**

Pengujian karakter fisik yang penting dari hidrogel PEO-karaginan baik hasil iradiasi maupun kontrol adalah tegangan putus, dilakukan berdasarkan metode yang tertera dalam ASTM dengan menggunakan alat *Instron tester* model R-1 buatan Toyoseki, Jepang dengan kecepatan 30 mm/menit pada suhu 32°C. Tegangan putus hidrogel dihitung berdasarkan persamaan berikut ;

$$\text{Tegangan putus hidrogel} = F/A \quad (4)$$

$F$  = Beban dari alat hingga bahan putus (Kg)

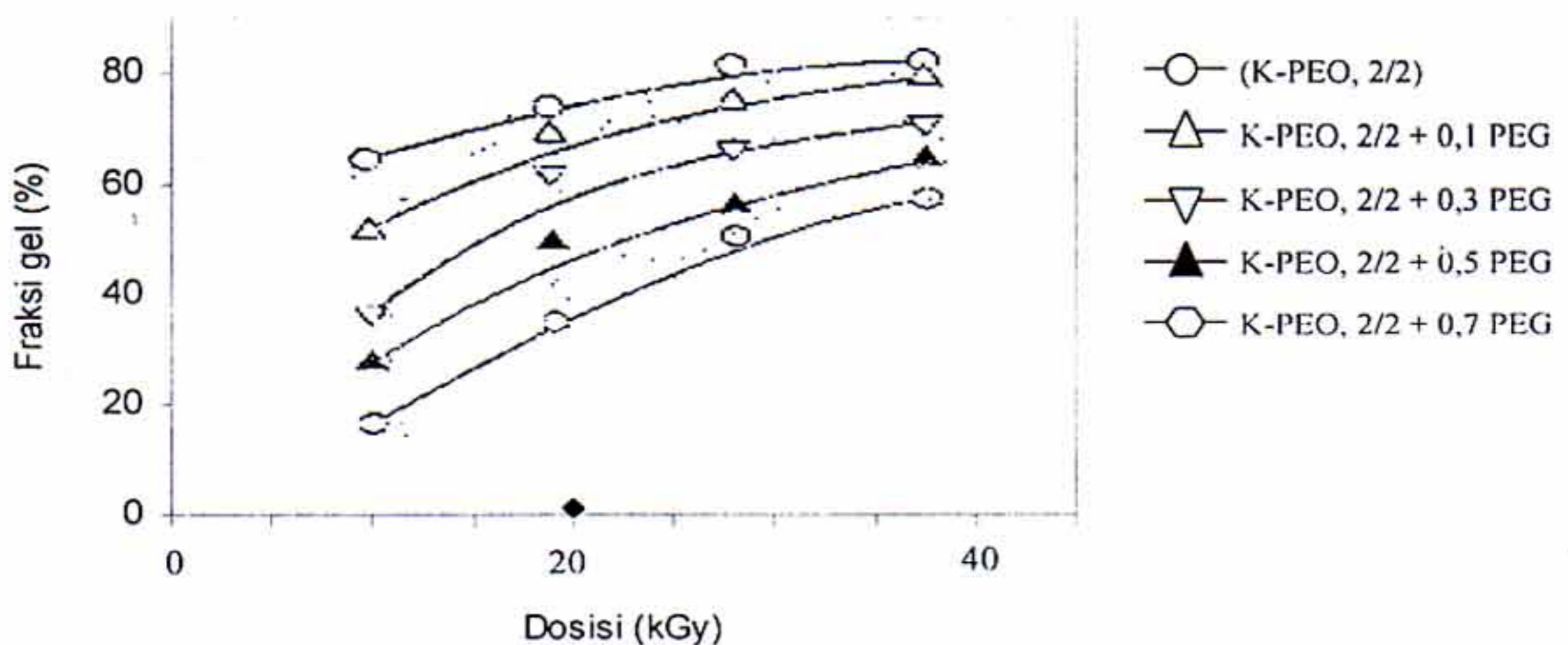
$A$  = Luas penampang bahan (  $\text{cm}^2$  )

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Fraksi Gel dan Pengaruh PEG**

Pengaruh iradiasi terhadap fraksi gel dari hidrogel PEO-Karaginan hasil iradiasi hingga 40 kGy dan pengaruh penambahan PEG terhadap fraksi gel disajikan pada Gambar 1. Terlihat bahwa dengan naiknya dosis iradiasi hingga 40 kGy, secara umum persen fraksi gel hidrogel naik pada rentang 15 hingga 80 %. Fraksi gel hidrogel yang tidak mengandung PEG relatif lebih besar dibandingkan hidrogel yang mengandung PEG. Sebaliknya dengan naiknya konsentrasi PEG hingga 0,7 % dan naiknya dosis iradiasi hingga 40 kGy, fraksi gel hidrogel relatif meningkat. Charlesby

[6] melaporkan bahwa terjadinya kenaikan fraksi gel suatu produk dari suatu sistem baik berupa campuran monomer atau polimer hasil iradiasi disebabkan terjadinya kenaikan kerapatan ikatan silang dalam produk tersebut. Karaginan merupakan salah satu jenis polimer alam yang mempunyai karakter mudah terdegradasi jika dipapari dengan iradiasi, sedang PEO dapat mengalami reaksi ikatan silang jika dipapri iradiasi. Hal ini diperkirakan disebabkan oleh naiknya dosis iradiasi sehingga fraksi gel meningkat.

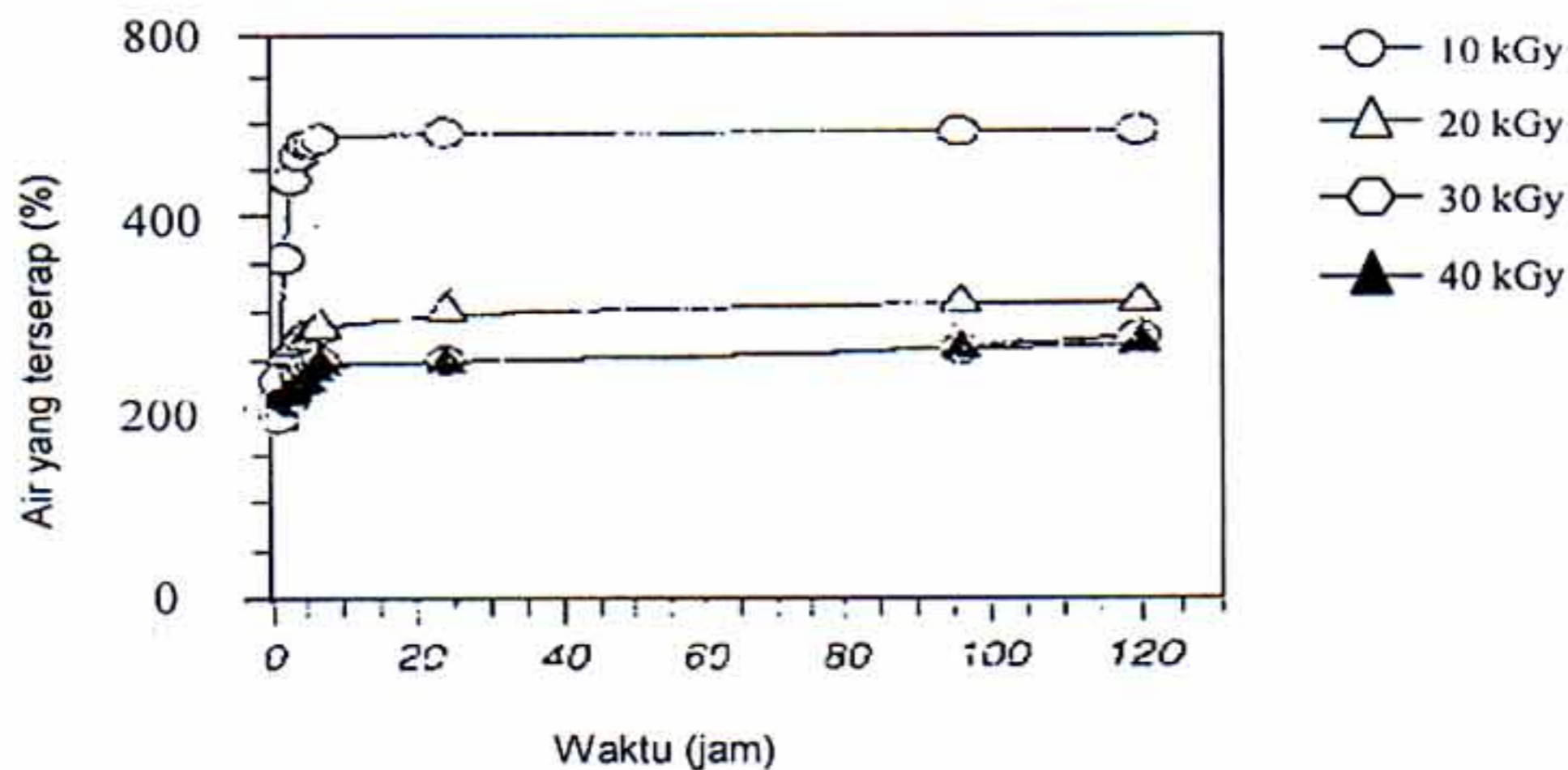


Gambar 1. Pengaruh dosis iradiasi terhadap fraksi gel PEO-Karaginan pada berbagai berat PEG

### Pengaruh iradiasi terhadap Air yang Terserap Pada Hidrogel

Kadar air yang terserap merupakan salah satu parameter yang menentukan kualitas hidrogel dalam aplikasinya baik sebagai bahan untuk immobilisasi zat bioaktif maupun biomaterial. Pada Gambar 2 disajikan pengaruh lama perendaman terhadap persen air terserap pada hidrogel PEO-karaginan baik hasil iradiasi hingga 40 kGy maupun kontrol ( 0 kGy). Pada umumnya terlihat bahwa persen air yang terserap pada hidrogel pada selang waktu 1-7 jam naik dengan tajam, dan laju penyerapan air terbesar dimulai dari hidrogel hasil iradiasi 10 kGy yang selanjutnya diikuti berturut-

turut hidrogel hasil iradiasi 20, 30 dan 40 kGy. Diperkirakan naiknya dosis iradiasi hingga 40 kGy menyebabkan kerapatan ikatan silang dalam hidrogel naik, sehingga daya serap dari hidrogel menurun. Air yang terserap pada hidrogel PEO-karaginan relatif besar berkisar 200-450 % akibat iradiasi hingga 40 kGy. Hal ini memberikan prospek yang baik bagi hidrogel ini sebagai biomaterial.

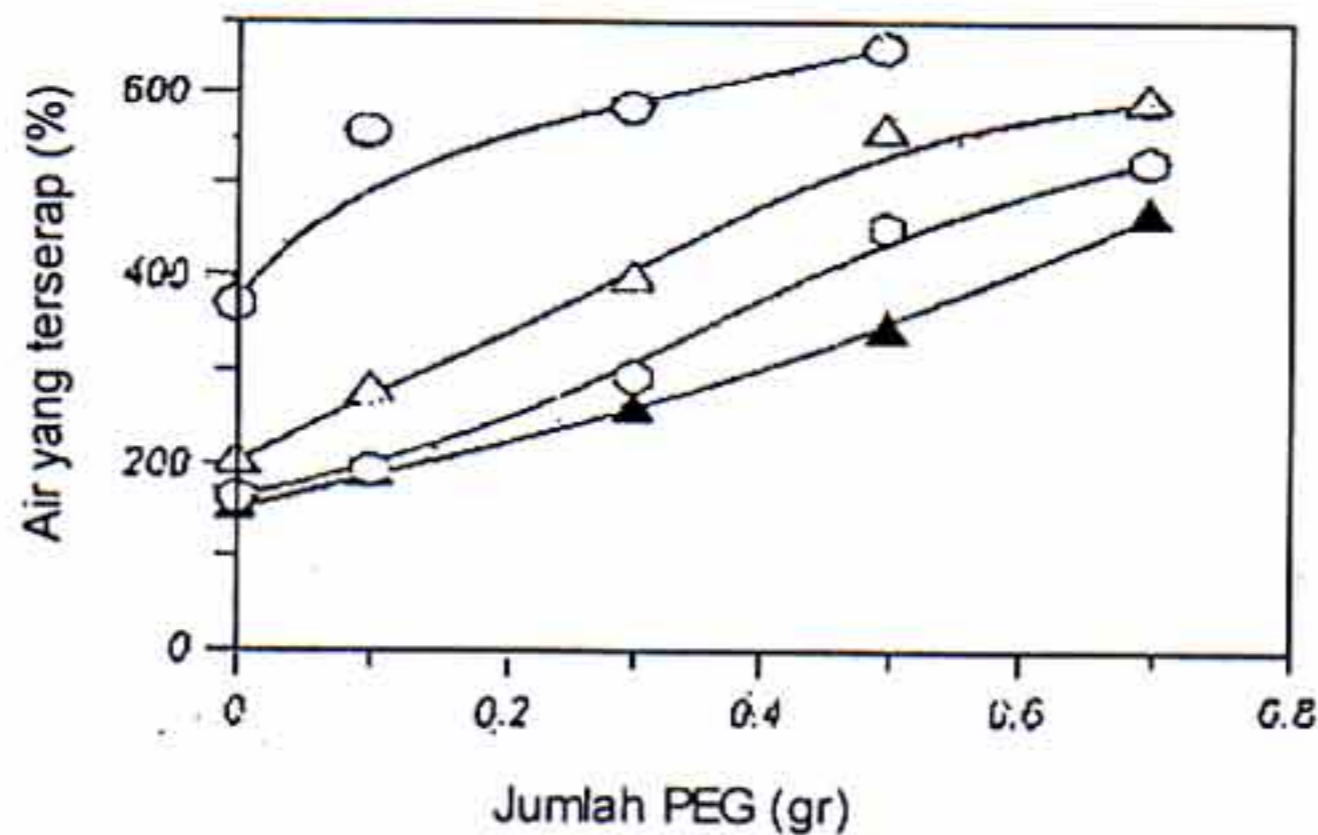


Gambar 2. Pengaruh lama waktu perendaman terhadap persen air yang terserap dari hidrogel PEO-Karaginan pada berbagai dosis iradiasi yang diukur pada suhu kamar

### Pengaruh PEG Terhadap Kemampuan Menyerap dan Melepaskan air dari Hidrogel

Hidrogel, yang biasanya ditujukan untuk pemakaian luar tubuh misalnya pembalut luka atau jenis lainnya, pada umumnya sangat mudah kering jika dibiarkan lama kontak dengan udara luar. Akibatnya efisiensi hidrogel tersebut sebagai matrik akan berkurang. Pada umumnya, dalam formulasi kosmetika untuk menghambat laju penguapan air digunakan zat pelembab (*emolient*). Dalam penelitian ini dicoba menambahkan pelembab PEG dan diamati pengaruhnya terhadap kemampuan hidrogel dalam menyerap dan melepaskan air baik hasil iradiasi maupun kontrol. Hasilnya

disajikan pada Gambar 3 dan 4 a,b,c, dan d. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa dengan naiknya konsentrasi PEG yang ditambahkan dalam hidrogel sebagai fungsi iradiasi, kemampuan hidrogel untuk menyerap air meningkat, sedang kemampuannya untuk menahan air yang terserap setelah diiradiasi di udara terbuka menaik. Sagarin [7] melaporkan PEG merupakan polimer yang terdiri monomer glikol mempunyai kemampuan yang tinggi untuk menyerap air yaitu dengan cara membentuk ikatan hidrogen. Diperkirakan naiknya konsentrasi PEG menyebabkan kemampuan hidrogel dalam menyerap dan menahan penguapan air meningkat, prakiraan penyebab lain perlu diteliti lebih lanjut.

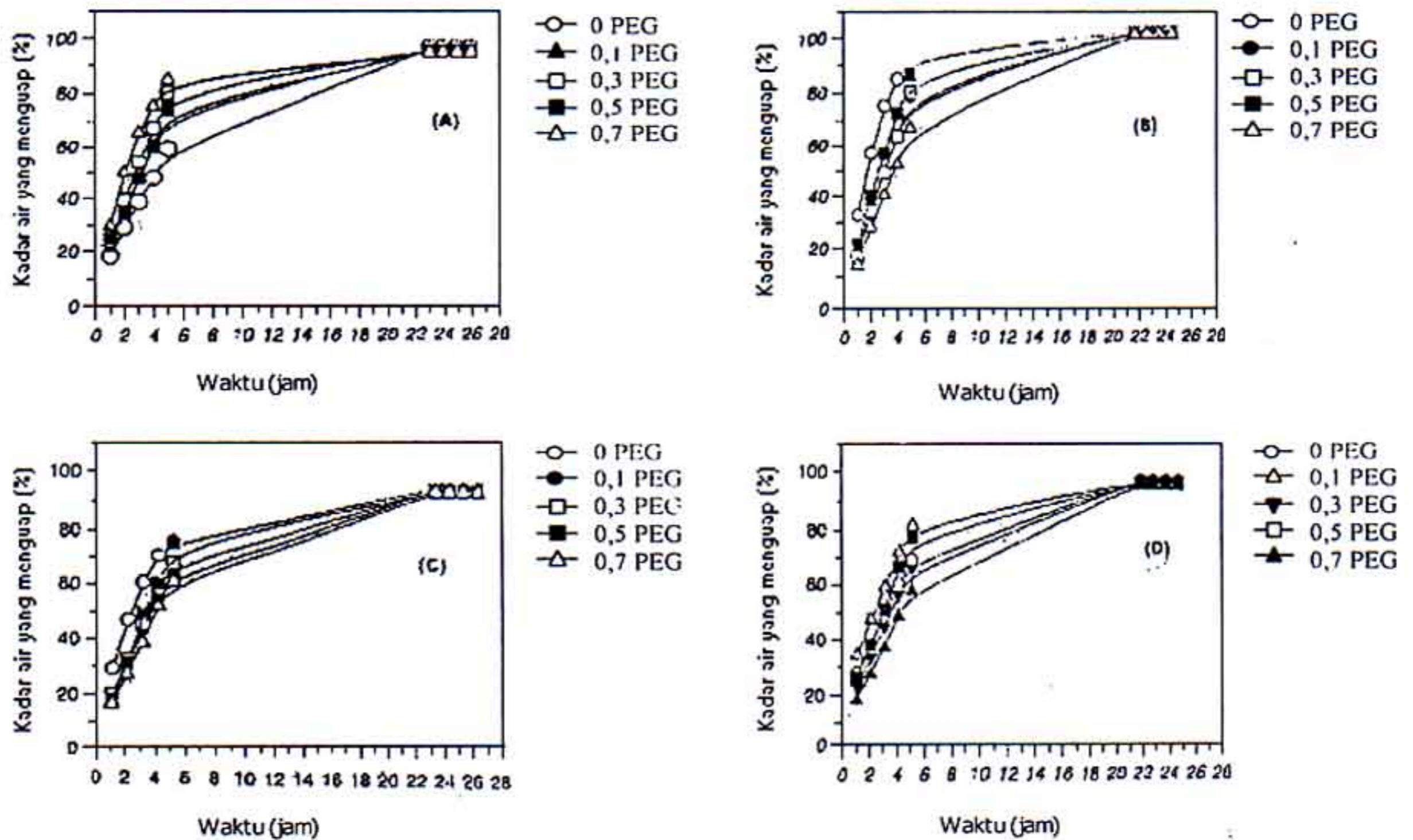


Gambar 3. Pengaruh penambahan PEG terhadap persen air yang terserap dari hidrogel PEO-Karaginan pada berbagai dosis iradiasi

### Pengaruh Iradiasi Terhadap Tegangan Putus

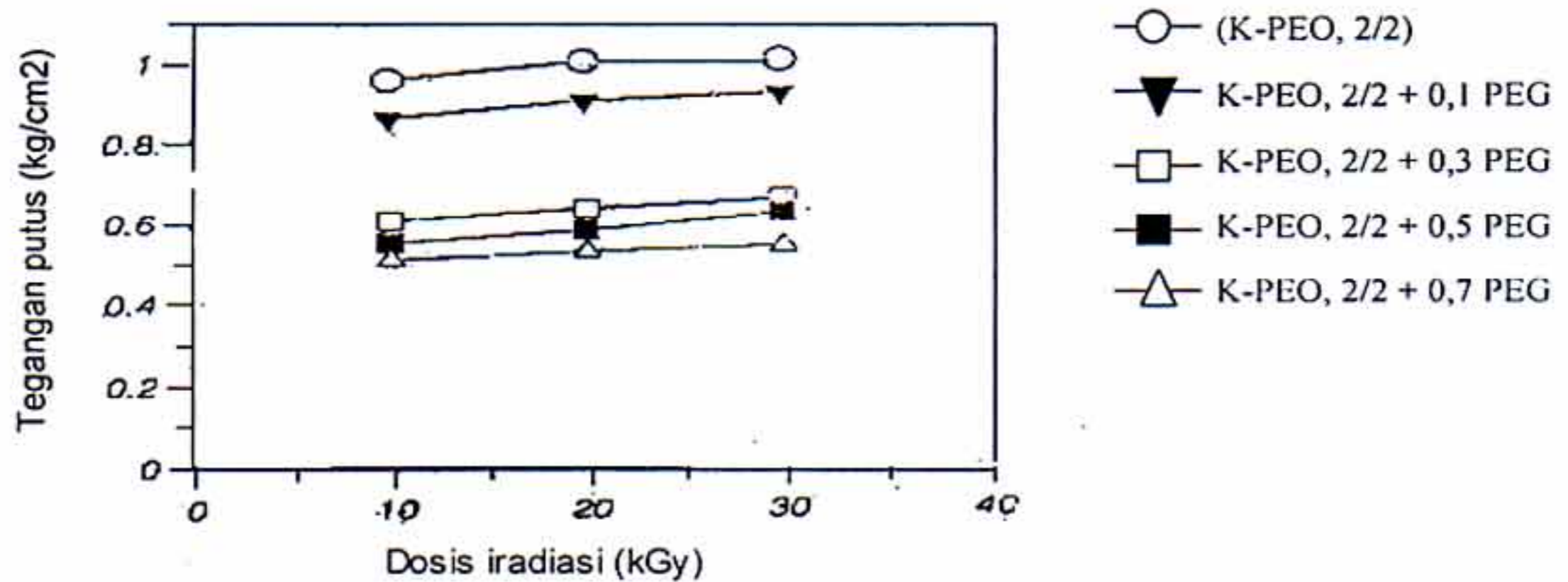
Hidrogel yang diperoleh dari hasil iradiasi pada umumnya mempunyai sifat mekanik yang beragam dan sangat tergantung pada jenis zat pembentuk dosis laju dosis dan dosis iradiasi. Tegangan putus adalah salah satu parameter yang umum dipakai untuk menguji sifat mekanik dari hidrogel [ 8 ]. Dalam penelitian ini , tegangan putus dari hidrogel PEO-karaginan yang dapat diukur hanyalah pada matriks yang dihasilkan dari iradiasi hingga 30 kGy, karena matriks hidrogel hasil iradiasi 40 kGy





Gambar 4. Pengaruh waktu terhadap air yang mesnguap dari hidrogel PEO-Karaginan pada berbagai kadar PEG dan dosis iradiasi: A) 10 kGy; B) 20 kGy; C) 30 kGy; D) 40 kGy

terlalu rapuh untuk dilakukan pengukuran. Pengaruh iradiasi terhadap tegangan putus hidrogel PEO-karaginan hasil iradiasi hingga 30 kGy yang mengandung PEG dengan beragam konsentrasi yang telah diukur disajikan pada Gambar 5. Hasil diperoleh menunjukkan bahwa dengan naiknya dosis iradiasi hingga 30 kGy, tegangan putus dari hidrogel meningkat, sebaliknya naiknya konsentrasi PEG menyebabkan tegangan putus hidrogel menurun. Diperkirakan naiknya konsentrasi PEG yang berfungsi sebagai pelembab menyebabkan hidrogel menjadi lunak dan rapuh sehingga sifat mekaniknya menurun.



Gambar 5. Hubungan dosis iradiasi terhadap tegangan putus hidrogel PEO-Karaginan yang diukur pada berbagai persen PEG

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan PEG pada hidrogel PEO-karaginan yang dikombinasikan dengan iradiasi mempengaruhi karakter fisiko-kimianya. Kenaikan konsentrasi PEG hingga 0,7 % dalam hidrogel secara umum menyebabkan menurunnya kualitas sifat fisiknya dengan ditunjukkan menurunnya fraksi gel, dan tegangan putus. Disisi lain meningkatnya konsentrasi PEG dalam hidrogel PEO-karaginan yang diiradiasi hingga 40 kGy dapat menaikkan kualitas sifat fisik lainnya yaitu, naiknya kemampuan adsorpsi terhadap air (*swelling*) dan naiknya kemampuan untuk menahan penguapan air. Berdasarkan hal tersebut diatas untuk mendapatkan kondisi optimum dari hidrogel PEO/karaginan yang ditambahkan PEG dengan konsentrasi hingga 0,7 % hasil iradiasi berkas elektron, dimana diperoleh data-data sifat fisiko-kimia dan mekanik yang relatif luas. Maka kondisi optimum yang baik untuk aplikasinya dari hidrogel ini dapatlah dipilih dari kondisi yang minimal memenuhi kriteria yang ada pada standard.