

PENENTUAN DOSIS IRADIASI PADA PEMBUATAN HIDROGEL KARAGENAN-POLIVINYL PIRROLYDON

Dewi Sekar Pangerteni
Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi-BATAN

ABSTRAK

PENENTUAN DOSIS IRADIASI PADA PEMBUATAN HIDROGEL KARAGENAN-POLIVINYL PIRROLYDON. Percobaan pembuatan hidrogel dari campuran karagenan dan polivinyl pirrolydon (PVP) menggunakan iradiasi gamma dilakukan pada iradiator IRKA. Larutan PVP 15% dicampur dengan larutan karagenan 2%. Campuran tersebut dicetak dalam wadah plastik berukuran $10 \times 10 \times 0,3 \text{ cm}^3$ lalu dikemas dalam plastik polietilen dan selanjutnya diiradiasi dengan dosis 10, 15, 20 dan 25 kGy pada laju dosis 7 kGy/jam. Parameter yang diamati untuk mengetahui pembentukan gel dari hasil ikatan silang menggunakan iradiasi adalah fraksi gel. Karakterisasi fisik hidrogel ditentukan kadar air, daya absorpsi, kekuatan tarik dan perpanjangan putusannya. Dari hasil pengamatan, hidrogel terbaik didapatkan dengan dosis iradiasi 20 kGy. Pada dosis tersebut didapatkan fraksi gel sebesar 51,29%, kadar air 93,77 %, absorpsi maksimum mencapai 933,54 %, kekuatan tarik $6,36 \text{ kg/cm}^2$ dan perpanjangan putus 326,60%.

ABSTRACT

DETERMINION IRRADIATED DOSE OF SYNTHESIS HYDROGEL CARRAGEENAN-POLYVINYL PYRROLIDON MIXED. The experiment of hydrogels synthesis of carrageenan-polyvinyl prolydon by gamma irradiated have been carried out (IRKA irradiator). PVP solution with concentration 15% (w/v) was mixed with 2 % carrageenan. The sample mixture were casted plastic materials with size of $10 \times 10 \times 0,3 \text{ cm}^3$, then packed with polyethylene bag and irradiated at the dose 10, 15, 20 and 25 kGy in dose rate 7 kGy/hour. The parameter of gel formation was determind by its gel fraction. The physsic charactersted of hydrogel was observed by determining its the contents of water, swelling, tensile strength ang elongation at break. From the results, the best condition for hydrogel formation was at a dose 20 kGy . In the dose produced 51,29% gel fraction, 93,77% water content, 933,54% swelling, 6,36 kg/cm² tensile strength ang 326,60 elongation at break.

PENDAHULUAN

Salah satu bahan biomaterial saat ini diteliti untuk biomedis adalah hidrogel. Pada umumnya mempunyai sifat kompatibilitasnya amat baik terhadap darah, cairan badan dan kulit. Penggunaan bahan tersebut antara lain adalah untuk kontak lens, penutup luka bakar /terbuka, masker kecantikan dan kompres dingin. Hidrogel merupakan senyawa terdiri dari 2 sistim komponen hidropholik polimer yang tidak terlarut di dalam air dan komponen lainnya adalah air. Hidrogel biasanya dibuat dengan cara polimerisasi radikal bebas. Radikal bebas ini biasanya dapat dihasilkan dengan cara reaksi kimia menggunakan katalis, radiasi sinar UV maupun radiasi ionisasi. Kelemahan metoda pembuatan hidrogel dengan cara kimia adalah masih terdapatnya sisa – sisa bahan kimia yang dapat mengganggu pada penggunaannya.

Polivinyl pirrolidon merupakan hidrokoloid sintetik yang mampu membentuk koloid, mengentalkan larutan atau membentuk gel dari larutan tersebut. Pembentukan gel dari hidrokoloid salah satunya menggunakan iradiasi, karena dapat membentuk ikatan silang dari inisiasi hasil radiolisis air. Hidrogel yang terbentuk mempunyai sifat menyerap air yang baik tetapi mudah pecah. Untuk mendapatkan sifat yang diinginkan maka dilakukan pencampuran dengan hidrokoloid lain yang dapat menutupi kekurangan sifat tersebut. Salah satu hidrokoloid alami yang dapat dicampurkan dalam pembuatan hidrogel dengan sifat yang diinginkan adalah hasil ekstrak rumput laut merah yaitu karagenan.

Karagenan merupakan hasil ekstrak rumput laut merah (*rhodophyceae*) Secara alami terdapat tiga fraksi karagenan yaitu kappa karagenan, iota karagenan dan lamda karagenan pembagian ini berdasarkan

presentase kandungan sulfatnya (25-30%, 28-35% dan 32-39%). Karagenan dapat diaplikasikan pada berbagai produk pangan, farmasi, kosmetik sebagai pembentuk gel, pensuspensi, pembentukan tekstur dll. Selain sebagai bahan hidrokoloid sebagai komponen primernya, karagenan juga mempunyai kandungan komponen sekunder sebagai obat-obatan. Penelitian tentang terapi luka bernanah menggunakan karagenan dan menghasilkan kondisi positif pada luka tersebut.

Dalam percobaan ini diharapkan terjadi pencampuran yang baik antara PVP dan karagenan. Dan dengan teknik radiasi akan didapatkan pembentukan hidrogel dengan sifat – sifat diinginkan sebagai bahan pembalut luka dan masker kosmetik.

BAHAN DAN ALAT

Bahan

Polivinil Piroolidon dengan berat molekul 360000 dari Fluka Chemica Co. Ltd., Jepang. Kappa karagenan berasal dari Filipina. Sebagai pelarut digunakan air suling.

Peralatan

Iradiasi dilakukan pada iradiator *IRKA* di BATAN Psr. Jumat, Jakarta, dengan laju dosis iradiasi sekitar 7 kGy/ jam. Pengukuran fraksi gel menggunakan kasa kawat halus ukuran 100 mesh, pengeringannya menggunakan oven merk Memmert. Oven ini juga dipergunakan untuk menentukan kadar airnya. Kekuatan tarik dan perpanjangan putus dipergunakan alat Strograph-RI buatan toyoseiki. Alat timbang yang dipergunakan untuk penimbangan kadar air, fraksi gel dan swelling adalah merk Mettler Toledo.

CARA KERJA

Percobaan dilakukan dengan melarutkan serbuk polivinil pirolidon dalam air suling menggunakan autoklaf selama 10 menit dengan konsentrasi 15%. Larutan tersebut kemudian dicampurkan dengan larutan karagenan sebesar 2% diaduk hingga merata. Campuran tersebut dicetak dalam wadah plastik berukuran $10 \times 10 \times 0,3 \text{ cm}^3$, dan dikemas menggunakan kantong plastik polietilen. Selanjutnya diiradiasi menggunakan sinar gamma dengan dosis 10, 15, 20 dan 25 kGy. Setelah campuran diiradiasi dilakukan analisa terhadap hidrogel yang terbentuk, untuk mengetahui pembentukan ikatan silang dilakukan analisa fraksi gelnya. Sifat hidrogel dapat diketahui dengan menganalisa kadar air, daya absorpsi, sifat mekanik meliputi : kekuatan tarik, dan perpanjangan putusnya

Analisis

Analisis yang dilakukan meliputi fraksi gel, kadar air, daya absorpsi, sifat mekanik meliputi : kekuatan tarik dan perpanjangan putusnya.

1. Fraksi gel. Pengukuran fraksi gel dilakukan untuk mengetahui jumlah ikatan silang pada hidrogel setelah campuran PVP-karagenan diiradiasi. Bagian yang tidak terlarut menunjukkan adanya ikatan silang pada hidrogel tersebut. Analisa dilakukan dengan ditimbang contoh sekitar 2 gram, kemudian dimasukkan kedalam kasa kawat yang telah ditimbang terlebih dahulu. Kasa yang telah berisi hidrogel dikeringkan pada suhu 60°C dan ditimbang hingga bobot tetap (W_0). Contoh tersebut kemudian direndam dalam air suling, dikocok selama 24 jam pada suhu 60°C . Selanjutnya contoh ditimbang kembali hingga bobot tetap (W_k). Fraksi gel (G) dihitung menurut persamaan :

$$G = \frac{W_o}{W_k} \times 100\%$$

2. Analisis kadar air. Penetapan kadar air menggunakan oven dengan pemanasan suhu 60°C. Hidrogel merupakan ikatan jaringan 3 dimensi karena itu analisa kadar air digunakan suhu 60°C agar tidak ada air yang terperangkap dalam jaringan tersebut. Contoh ditimbang sebanyak 2 g (W_o) dan kemudian dipanaskan 60°C. Setelah itu ditimbang hingga bobotnya tetap (W_a).

$$\text{Kadar air} = \frac{W_o - W_a}{W_o} \times 100 \%$$

3. Analisis daya absorpsi. Hidrogel merupakan jaringan yang dapat mempertahankan keberadaan air. Dengan demikian hidrogel dapat mengembang didalam air hingga terjadi keseimbangan sehingga bentuknya bertahan. Kemampuan hidrogel untuk menyerap air disebut daya absorpsi. Pengukuran daya absorpsi dilakukan dengan merendam hidrogel di dalam air suling selama waktu tertentu. Hidrogel yang telah ditimbang (W_o), direndam di dalam air suling pada suhu kamar selama waktu tertentu (1 ; 2 ; 3 ; 4 ; 5; 24 jam) selanjutnya ditimbang kembali bobotnya (W_i)

$$\text{Daya absorpsi (\%)} = \frac{(W_i - W_o)}{W_o} \times 100\%$$

4. Analisis sifat mekanik. Pengujian sifat mekanik meliputi kekuatan tarik dan perpanjangan putus. Kekuatan tarik. Kekuatan tarik hidrogel menunjukkan kemampuan suatu bahan untuk menahan beban terhadap luas permukaan. Untuk pengukurannya, hidrogel dipotong dengan cetakan dan ukuran tertentu dengan alat disebut *dumble*. Contoh yang telah dipotong tersebut diukur ketebalannya (A cm) menggunakan alat micrometer dan juga lebarnya (B cm). Selanjutnya contoh tersebut diuji kekutan tarik menggunakan alat strograph, dengan memberikan beban tertentu hingga contoh putus (C kg). Persamaan pengukuran kekuatan tarik adalah :

$$\text{Kekuatan tarik} = \frac{C \text{ kg}}{(A \times B) \text{ cm}^2}$$

Perpanjangan putus

Perpanjangan putus untuk menunjukkan kemampuan mulur hidrogel. Pengukuran dilakukan dengan menadai dengan panjang tertentu (D cm) contoh yang telah dipotong dengan *doumble*. Kemudian dengan alat strograph , diukur pertambahan panjangnya hingga contoh putus (E cm). Perpanjangan putus diukur menurut persamaan berikut :

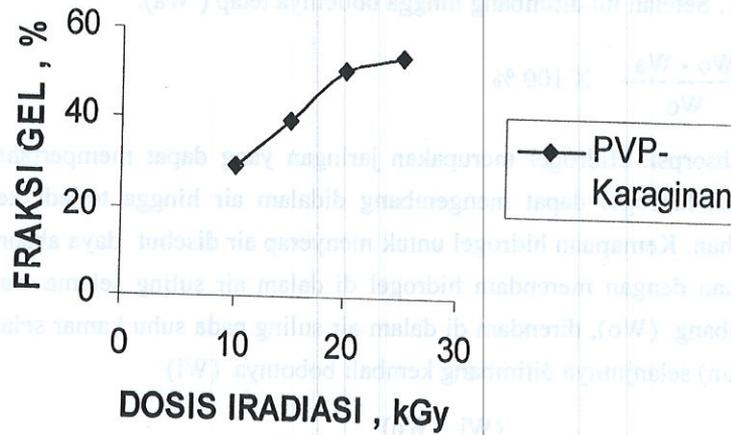
$$\text{Perpanjangan putus} = \frac{E - D}{D} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraksi gel.

Proses polimerisasi dengan radiasi adalah mekanisme dengan beberapa tingkat reaksi yaitu, inisiasi, propagasi dan terminasi pada pembentukan rantai polimernya. Pembentukan rantai polimer adalah

pembentukan jaringan tiga dimensi yang tidak terlarut didalam pelarutnya. Semakin rapat jaringan tiga dimensi yang terbentuk makin meningkat fraksi gelnya. Pada gambar 1. Hubungan iradiasi terhadap fraksi gel hidrogel karaginan-polivinyil pirolidon hasil iradiasi gamma, terlihat bahwa semakin meningkatnya dosis iradiasi fraksi gel semakin meningkat, dalam hal ini ikatan silang makin bertambah.



Gambar 1. Hubungan iradiasi terhadap fraksi gel hidrogel Karaginan -PVP hasil iradiasi gamma

Kadar air

Hidrogel merupakan senyawa terdiri dari 2 sistim komponen, salah satu diantaranya adalah komponen hidropilik polimer yang tidak larut dalam air, yang membentuk jaringan tiga dimensi dan komponen lainnya adalah air. Pada Tabel 1. pengaruh iradiasi terhadap kadar air pada hidrogel campuran polivinil pirolidon dan karagenan, terlihat bahwa iradiasi tidak mempengaruhi kadar airnya. Hal ini menunjukkan bahwa iradiasi tidak mengakibatkan perubahan jumlah air yang terdapat dalam campuran tersebut. Seperti telah disebutkan bahwa salah satu komponen didalam hidrogel adalah air yang dipertahankan didalam jaringan untuk mempertahankan bentuknya

Tabel 1. Pengaruh iradiasi terhadap kadar air pada hidrogel campuran polivinil pirolidon dan karagenan.

Ulangan	Dosis iradiasi, kGy			
	10	15	20	25
1	93,65%	93,81%	93,73%	93,86%
2	93,77%	93,60%	93,83%	93,48%
3	93,70%	93,65%	93,76%	93,91%

Absorpsi air

Didalam sistim hidrogel PVP-Karagenan, daya serap air hidrogel tergantung dari banyaknya gugus-gugus hidropilik campuran tersebut. Demikian pula semakin banyaknya molekul-molekul tersebut berikatan silang menyebabkan kerapatan jaringan 3 dimensi lebih besar, maka penetrasi air akan lebih sukar kedalam sistim hidrogel dan pada akhirnya akan mempengaruhi jumlah air yang diserap.

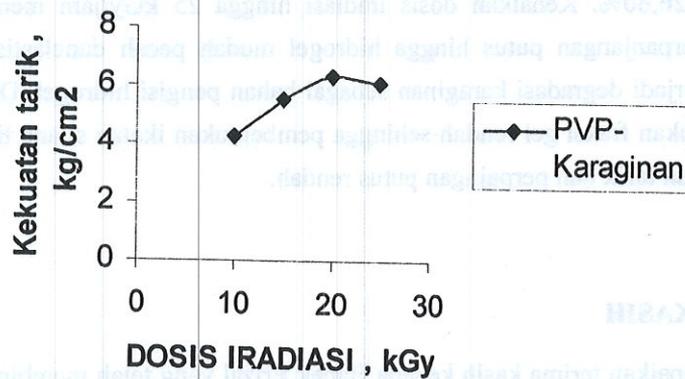
Pada tabel 2. Pengaruh iradiasi dan waktu absorpsi pada hidrogel campuran polivinil pirolidon dan karagenan, terlihat bahwa dosis iradiasi 25 kGy absorpsi maksimumnya, didapatkan hasil terendah dibandingkan dengan dosis iradiasi lainnya. Hal ini menunjukkan kerapatan jaringan hidrogel semakin meningkat. Daya serap air optimum, ditunjukkan pada dosis iradiasi 20 kGy, Dosis iradiasi dibawah 20 kGy pada absorpsi 24 jam mengalami penurunan, akibat dari bagian sol gelnya larut didalam pelarutnya. Dan pada dosis iradiasi 25 kGy juga mengalami penurunan pada waktu absorpsi 24 jam dikarenakan karagenan mengalami degradasi hingga mudah larut didalam pelarutnya.

Tabel 2. Pengaruh iradiasi dan waktu absorpsi air pada hidrogel campuran Polivinil pirolidon dan karagenan.

Dosis ,kgy	Waktu absorpsi , jam					
	1	2	3	4	5	24
10	54,98%	234,53%	459,06%	616,01%	666,02%	526,63%
15	70,66%	293,55%	574,15%	654,83%	691,22%	626,91%
20	143,28%	742,23%	844,43%	925,74%	933,54%	927,49%
25	56,33%	358,18%	542,24%	563,05%	595,06%	401,87%

Kekuatan tarik

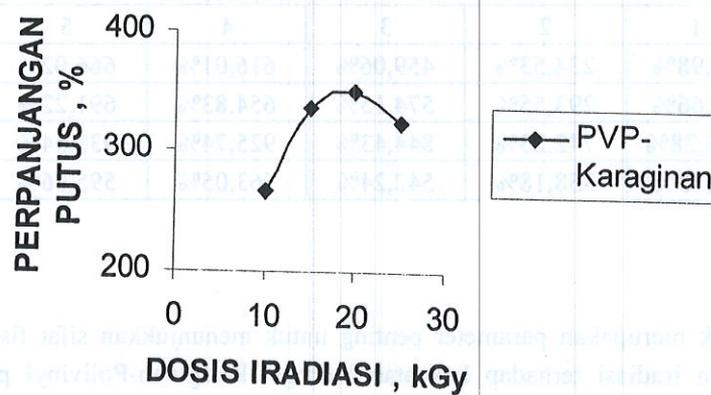
Kekuatan tarik merupakan parameter penting untuk menunjukkan sifat fisik dari hidrogel. Pada gambar 2. hubungan iradiasi terhadap kekuatan hidrogel karagenan-Polivinyl pirolidon hasil iradiasi gamma, terlihat bahwa kekuatan tarik terus meningkat hingga mencapai maximum pada dosis iradiasi 20 kGy. Sesuai dengan hasil fraksi gel, dengan makin meningkatnya dosis iradiasi semakin meningkat pula persen fraksi gelnya. Meningkatnya fraksi gel menunjukkan semakin banyaknya jaringan tiga dimensi yang terbentuk sehingga kekutan tariknya pun meningkat. Hasil fraksi gel iradiasi 25 kGy lebih tinggi dibandingkan dengan 20 kGy, tetapi nilai kekuatan tariknya menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh degradasi karagenan sebagai bahan pengisi hidrogel. Terjadinya degradasi ini mengakibatkan kekuatan tarik hidrogel sedikit menurun.



Gambar 2. Hubungan iradiasi terhadap kekuatan tarik hidrogel karagenan-polivinyl pirolydon hasil iradiasi gamma

Pepanjangan putus

Analisis perpanjangan putus penting untuk mengetahui elastisitas suatu bahan polimer. Hidrogel sebagai pembalut luka memerlukan elastisitas yang baik untuk kenyamanan dari pemakainya. Pada gambar 3. hubungan iradiasi terhadap perpanjangan putus karaginan-polivinyl pirolidon hasil iradiasi gamma, terlihat bahwa perpanjangan putus maksimum didapatkan dari hidrogel yang diiradiasi dengan dosis 20 kGy. Dengan menurunnya perpanjangan putus dari hidrogel pada dosis 25 kGy mengakibatkan hidrogel tersebut kurang elastisitasnya. Penurunan elastisitas ini dapat disebabkan oleh terdegradasinya karaginan sebagai bahan pengisi pada hidrogel tersebut. Sebagai bahan pengisi, karaginan sangat mempengaruhi sifat elastisitas dari hidrogel. Hal ini tampak bahwa peningkatan fraksi gel tidak tampak mempengaruhi peningkatan elastisitas pada dosis 25 kGy.



Gambar 3. Hubungan Iradiasi Terhadap Perpanjangan Putus Karaginan-Polivinyl Pirolidon Hasil Iradiasi Gamma.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa iradiasi dosis 20 kGy merupakan dosis optimum untuk pembuatan hidrogel Karaginan – polivinyl pirollidon. Pada dosis tersebut didapatkan fraksi gel sebesar 51,29%, kadar air 93,77%, absopsi maksimumnya 933,54%, kekuatan tarik 6,36 kg/cm² dan perpanjangan putus 326,60%. Kenaikan dosis iradiasi hingga 25 kGy/jam mengakibatkan penurunan kekuatan tarik dan perpanjangan putus hingga hidrogel mudah pecah dan elastisitasnya menurun. Hal tersebut diakibatkan terjadi degradasi karaginan sebagai bahan pengisi hidrogel. Dosis yang lebih rendah dari 20 kGy, pembentukan fraksi gel rendah sehingga pembentukan ikatan silang tiga dimensi kecil yang mengakibatkan kekuatan tarik dan perpanjangan putus rendah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Bapak Erizal yang telah membimbing dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. ANONYMOUS, Hidrokoloid dan Gum, [Http://www.ebookpangan.com](http://www.ebookpangan.com) , 1-5 , (2006).
2. BOTHO, K., HEINRICH, W., DORIS, S. AND HELGA, R., Hydrogel Wound Dressing, Biomaterials vol 7, 67-72 (1985) .
3. ERIZAL, DEWI, S.P., A.SUDRAJAT, DAN RAHAYU, C., Pengaruh Iradiasi Gamma Terhadap Sifat Fisiko-Kimia Kappa Karaginan, Prosiding Pertemuan Ilmiah Iptek Bahan '04, 315-317 (2004).
4. ERIZAL, DEWI, S.P., A.SUDRAJAT DAN DARMAWAN, D., Sintesis dan Karakterisasi PVP-Kappa Karaginan Hasil Iradiasi, Prosiding Semiloka Nasional HKI, 390-402, (2003).
5. HEINZ, A.H., TORE, L.Y. AND TANAKA, W.G., Marine Algae in Pharmaceutical Science, Berlin (1979).
6. JANUS, M.R., Hydrogel Dressings, Radiation Effects on Polymers, Eds. R.L. Clough and S.W. Shalaby, ACS ser.475, Washington, DC, 270-296 (1991)
7. PIPIH, S., Rumput laut : Prospek Dan Tantangannya, Makalah (2002)

DISKUSI

ITA DWIMAHYANI

Dalam penelitian Ibu menggunakan dosis radiasi dari 10 – 25 kGy. Apa yang menjadi dasar Ibu untuk menentukan dosis tersebut. Kemudian kenapa tidak dilakukan pengamatan pada kontrol yang tidak diradiasi (0 kGy). Tentu akan memberikan informasi yang lebih lengkap keuntungan radiasi dibanding dengan yang tidak diradiasi.

DEWI SEKAR PANGERTENI

Dasar penentuan iradiasi adalah hasil pengamatan visual (dimana range dosis awal lebih dari 5 hingga 40 kGy). Pengamatan 0 kGy dilakukan pula pengamatan visual, tetapi hasil memang tidak diterangkan dalam makalah. Hal ini disebabkan pada 0 kGy tidak terjadi ikatan silang hingga hasil fraksi gel dan analisa lain tidak dapat terdeteksi.

GATOT TR

Yang saya tau ada 3 jenis karaginan, jenis karaginan apa yang digunakan ? dan apa alasannya ?

DEWI SEKAR PANGERTENI

Karaginan yang digunakan jenis kappa karaginan karena jenis ini lebih mudah ... banyak terdapat di alam.

NANI SURYANI

Kenapa untuk membuat suatu gel, kalau diuji fraksi gel kadar air, daya absorpsi dan kekuatan tarik dan kepanjangan putus

DEWI SEKAR PANGERTENI

Pembentukan gel adalah setara dengan pembentukan jaringan 3 dimensi. Dimana didalam analisa fraksi gel dapat diketahui persen jumlah jaringan 3 dimensinya. Untuk kadar air perlu diketahui karena air dalam hidrogel penting untuk tekstur hidrogel. Daya absorpsi sebagai kemampuan hidrogel untuk menyerap air, fungsi ini digunakan pada saat menggunakan misalnya untuk pembalut luka diperlukan untuk menyerap exudatnya. Kekuatan tarik dan perpanjangan putus untuk mengetahui sifat fisik mekanik hidrogel karena untuk dapat membalut luka masker dibutuhkan elastisitas yang baik, dan kekuatan yang cukup dalam pemakaiannya.