

PENGARUH IRADIASI γ TERHADAP SIFAT FISIKO-KIMIA MINYAK JARAK *Ricinus communis L.*

Erizal, Dewi S.P., dan Anik.S.

Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

PENGARUH IRADIASI γ TERHADAP SIFAT FISIKO-KIMIA MINYAK JARAK. Dalam kerangka pengembangan aplikasi radiasi untuk memodifikasi karakter monomer/polimer alam, telah dilakukan studi pengaruh radiasi gamma terhadap sifat fisiko-kimia minyak jarak. Minyak jarak pada dasarnya mengandung ± 95 % ester asam ricinoleat yang merupakan salah satu bahan komoditi potensial dari Indonesia. Minyak jarak dalam kemasan vial diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 0; 25;50; 75; 100 ; dan 150 kGy (laju dosis 10 kGy/jam). Selanjutnya dilakukan pengujian viskositas, bilangan asam, dan bilangan iod. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa viskositas minyak jarak naik dengan naiknya dosis iradiasi hingga 150 kGy yang diikuti dengan turunnya nilai bilangan iod. Hal ini mengindikasikan terjadinya ikatan silang pada monomer ester asam ricinoleat membentuk polimer. Selain itu, tidak terjadi perubahan yang bermakna pada bilangan asam.

ABSTRACT

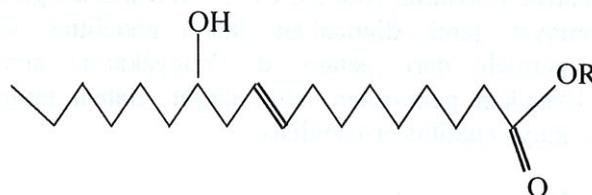
THE EFFECT OF γ IRRADIATION ON THE PHYSICO-CHEMICAL OF CASTOR OIL. In purpose of expanding the application of radiation in modifying the characters of natural monomer/polymer, the effect of gamma radiation on the physico-chemical properties of castor oil has been studied. The castor oil is one of the potential Indonesia natural sources of which consist of ± 95 % v/v ricinoleic acid ester. The castor oil was packed in the vials and irradiated by gamma rays at the doses of; 0; 25; 50; 75; 100 ; and 150 kGy (dose rate 10 kGy/h). The observed parameters, consisted of viscosity; acid number and iod number. The results showed that the viscosity of castor oil increases with the increasing of irradiation dose followed by decrease of its Iodine number. This indicats that the monomer of ester ricinoleic acid change to be crosslinked polymer. There was no significance change in acid number.

PENDAHULUAN

Minyak jarak (*castor oil*) merupakan salah satu bahan baku alamiah Indonesia yang dapat diperoleh dari bijinya dengan cara pengepresan dan ekstraksi kimia. Senyawa kimia yang dikandung minyak jarak sebagian besar (± 95 %) adalah ester asam ricinoleat (1). Pada beberapa tahun belakangan ini minyak jarak merupakan salah satu komoditas yang menjadi primadona pengganti bahan bakar disel (2 – 5). Disamping itu, minyak jarak digunakan juga dalam bidang farmasi sebagai bahan kosmetik, penguat rambut dan sabun, pencahar, dan obat penyakit kulit (6). Minyak jarak banyak dipakai di bidang lain misalnya ; dalam industri cat, pernis, tinta cetak, sebagai bahan baku dalam industri plastik dan nilon. Namun demikian, minyak jarak yang pada dasarnya mengandung asam ricinoleat tidak hanya dipakai dalam bentuk monomernya, tetapi juga dipakai dalam bentuk polimernya. Polimer ini diperoleh dari hasil pemanasan minyak jarak pada suhu 350°C dengan mengatur kondisi reaksi sehingga diperoleh beragam jenis polimer dengan

beragam angka viskositas. Dengan keanekaragaman viskositasnya, aplikasi minyak jarak mempunyai cakupan yang relatif luas dikarenakan kualitas sifat fisiko-kimianya menjadi lebih baik dibanding bentuk monomernya misalnya, daya lengket naik, tahan terhadap pelarut hidrokarbon, kompatibilitasnya naik terhadap beragam jenis resin dan naiknya kemampuan sifat membasahi dan dispersi pigment (1).

Ditinjau dari struktur kimianya (Gambar 1), ester asam ricinoleat mengandung gugus ikatan rangkap pada posisi $\text{C}_9\text{-C}_{10}$ dan gugus hidroksil pada posisi C_{12} . Kedua gugus fungsi ini relatif



Gambar 1. Struktur molekul ester asam ricinoleat
R = asam lemak

sangat mudah dioksidasi membentuk ikatan silang. Kondisi inilah yang menyebabkan minyak jarak dapat dimodifikasi menjadi polimer ikatan silang dengan cara reaksi kimia pada suhu yang relatif tinggi.

Pada umumnya telah lama diketahui bahwa energi iradiasi baik gamma maupun berkas elektron dapat merubah sifat fisiko-kimia dari suatu senyawa baik monomer maupun polimer. Reaksi yang umumnya terjadi pada modifikasi monomer/polimer antara lain reaksi polimerisasi, kopolimerisasi, degradasi dan ikatan silang. Reaksi ikatan silang dan degradasi pada umumnya terjadi pada iradiasi polimer. Ikatan rangkap dalam struktur molekul polimer dan viskositas yang relatif tinggi merupakan faktor-faktor pemicu terjadinya ikatan silang (7). Selain itu, reaksi ikatan silang pada polimer dalam air relatif lebih cepat dibandingkan polimer dalam bentuk minyak. Hal ini disebabkan reaksi iradiasi dalam air dapat memicu timbulnya radikal dari radiolisis air, sedangkan dalam minyak reaksi ikatan silang terjadi akibat terbentuknya radikal dari polimer. Oleh karena itu, untuk melakukan reaksi ikatan silang pada minyak diperlukan dosis yang relatif tinggi. Berdasarkan hal ini, maka dapatlah diramalkan bahwa iradiasi pada minyak jarak dengan viskositas yang relatif tinggi yang mengandung senyawa ester asam ricinoleat dengan adanya ikatan rangkap dalam struktur molekulnya akan mengalami reaksi ikatan silang jika diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis yang relatif tinggi. Oleh karena itu, dalam studi ini dilakukan iradiasi minyak jarak hingga dosis 150 kGy dalam kerangka modifikasi karakter minyak jarak.

BAHAN DAN METODA

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah KCl (Merk), asam asetat (Merk), eter (Merk), iodmonoklorida (Merk), kalium biftalat (Merk), KOH (Merk), KI (Merk), natrium tiosulfat (Merk), CCl₄ (Merk), sedangkan minyak jarak digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari petani di Yogyakarta tanpa dilakukan pemurnian lebih lanjut. Bahan kimia lainnya kualitas pro analisis.

Alat

Alat-alat yang dipakai dalam penelitian adalah spektrometer FTIR-BIORAD untuk

menguji terjadinya perubahan gugus fungsi, dan viskometer untuk mengukur viskositas dari minyak jarak, irradiator IRKA dengan aktivitas ± 140 kCi dan alat-alat gelas.

Iradiasi Minyak Jarak

16 buah vial ukuran 20 ml (diameter 2 cm, tinggi 10 cm) yang setiap vialnya berisi 20 ml minyak jarak disiapkan untuk diiradiasi dengan 6 tingkat dosis (setiap dosis digunakan 4 vial untuk pengukuran 4 parameter). Lalu setiap 4 botol vial diiradiasi dengan sinar γ dalam irradiator IRKA secara berturut-turut pada dosis 25; 50; 75; 100 dan 150 kGy dengan laju dosis 10 kGy/jam. Kemudian, pada minyak jarak hasil iradiasi dilakukan pengujian viskositas, bilangan Iod dan bilangan asam..

Pengujian Viskositas

Lima ml minyak jarak baik hasil iradiasi maupun kontrol dimasukkan dalam cawan stationer pada viscometer Coolmate-105 IR. Selanjutnya viskositas diukur pada kecepatan 100 rpm selama 5 menit pada suhu 25 °C. Pengukuran dilakukan sebanyak 5 kali pada setiap sampel yang sama tingkat dosis iradiasinya.

Penentuan Bilangan Asam

Penentuan bilangan asam dilakukan berdasarkan metode yang tercantum pada Farmakope Indonesia, Edisi IV (8). Minyak jarak baik kontrol maupun hasil iradiasi dimasukkan dalam campuran etanol-eter (1:1) yang berisi 1 ml larutan phenolphthalein, kemudian dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N hingga titik ekuivalen. Bilangan asam dihitung berdasarkan persamaan berikut ;

$$\text{Bilangan Asam} = \frac{V \times N \times 56,1}{g} \quad (1)$$

V = Volume larutan KOH
N = Normalitas KOH
g = massa sampel (gr)

Penentuan Bilangan Iod

Penentuan bilangan Iod dilakukan berdasarkan metode Wijs (7). Sebanyak 0,5 g minyak jarak baik kontrol maupun hasil iradiasi dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer yang mengandung campuran 20 ml CCl₄, 25 ml larutan Wijs, dan 20 ml larutan kalium iodida. Kemudian campuran larutan dikocok, Iod hasil reaksi

campuran ini dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat hingga titik ekuivalen. Bilangan Iod ditentukan berdasarkan persamaan berikut;

$$\text{Bilangan Iod} = \frac{(V_1 - V_2) \times N \times 12,69}{g} \quad (2)$$

V_1 = Jumlah volume larutan natrium tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi blanko pada titik ekuivalen (ml)

V_2 = Jumlah volume larutan natrium tiosulfat yang dibutuhkan untuk titrasi blanko pada titik ekuivalen (ml)

N = Satuan konsentrasi larutan tiosulfat (grel/l)

g = Jumlah massa sampel yang dipakai (gr)

HASIL DAN PEMBAHASAN

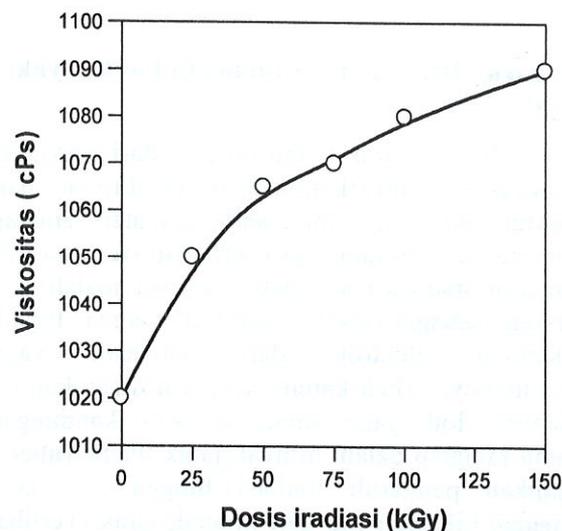
Pengaruh Iradiasi Pada Viskositas Minyak Jarak

Besar-kecilnya viskositas suatu larutan monomer/polimer dalam pelarut tertentu dapat mewakili kondisi berat molekul (BM) rata-rata suatu polimer/monomer, dan secara matematis dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan Mark-Houwink-Sakurada (9) sebagai berikut ;

$$[\eta] = K \bar{M}_v^a \quad (3)$$

dimana, $[\eta]$ = viskositas, K = konstanta larutan polimer/monomer, \bar{M}_v^a = Berat Molekul rata-rata polimer/monomer. Dengan perkataan lain viskositas larutan berbanding lurus dengan berat molekul rata-rata, dengan demikian perubahan dari viskositas larutan berbanding lurus dengan perubahan berat molekul rata-rata. Hubungan antara dosis iradiasi terhadap viskositas larutan minyak jarak disajikan pada Gambar 1. Terlihat bahwa viskositas minyak jarak naik secara eksponensial dengan naiknya dosis radiasi. Hal ini dapat dijelaskan sbb; minyak jarak yang diperoleh dari proses pengerasan biji jarak atau hasil ekstraksi pada dasarnya sebagian besar (> 90 %) mengandung ester asam ricinoleat. Ester asam ricinoleat relatif mudah mengalami reaksi oksidasi membentuk polimerisasi ikatan silang pada posisi ikatan rangkap $C_9 - C_{10}$ dan gugus hidroksil pada posisi C_7 (4). Sebagai akibat reaksi ini, viskositas larutan naik dari 1020 cp hingga 1090 cp. Minyak jarak yang mengalami reaksi polimerisasi ikatan silang ini memberikan sifat yang tahan terhadap pelarut alifatis, menaikkan kompatibilitasnya terhadap beragam jenis resin dan memperbaiki kemampuannya membasahi dan dispersi pada pigmen (4). Minyak jarak dalam bentuk polimer

ini merupakan *plastisizer* yang permanen pada pernis nitroselulose dikarenakan dapat memberikan sifat adhesi yang kuat, elastisitas, kilap yang tinggi, dan tahan terhadap pelarut hidrokarbon. Minyak jarak yang terpolimerisasi ini juga berguna sebagai *plastisizer* dalam beragam jenis resin pada perekat dan *sealant*, dan tinta. Karena beragam jenis kegunaan dari minyak jarak yang terpolimerisasi ini, perlu diteliti lebih lanjut pemanfaatan minyak jarak hasil iradiasi.



Gambar 2. Hubungan dosis iradiasi terhadap viskositas minyak jarak

Pengaruh Iradiasi pada Bilangan Asam Minyak Jarak

Pada umumnya bilangan asam mencerminkan kandungan gugus asam dalam suatu senyawa yang dapat ditentukan dengan metode titrasi asam-basa. Penentuan bilangan asam dalam studi ini dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh iradiasi γ terhadap kandungan asam dari minyak jarak dengan metode reaksi asam-basa dengan reaksi sebagai berikut;



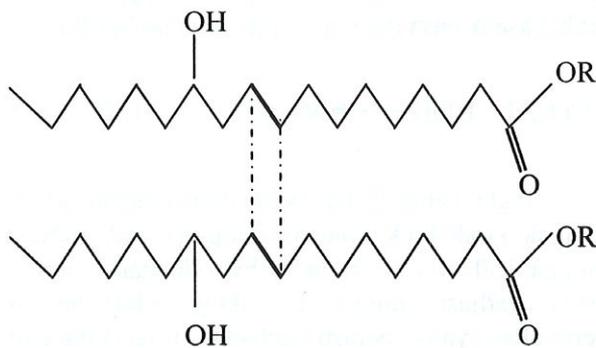
Pada Tabel 2 disajikan nilai bilangan asam minyak jarak baik kontrol maupun hasil iradiasi hingga 150 kGy. Terlihat bahwa dengan naiknya dosis iradiasi hingga 150 kGy tidak terjadi perubahan yang berarti terhadap nilai bilangan asam minyak jarak. Hal ini menunjukkan bahwa iradiasi hingga 150 kGy tidak merusak gugus ester dari minyak jarak.

Tabel 2. Bilangan asam minyak jarak hasil iradiasi

Dosis iradiasi (kGy)	Bilangan asam
0	2,8596 ± 0,0022
25	2,8805 ± 0,0013
50	2,9193 ± 0,0015
75	2,8976 ± 0,0010
100	2,9158 ± 0,0009
150	2,8773 ± 0,0011

Pengaruh Iradiasi pada Bilangan Iod Minyak Jarak

Minyak jarak yang terdiri dari sebagian besar ester asam ricinoleat, yang ditinjau dari struktur molekulnya mengandung ikatan rangkap pada posisi C-9 yang peka terhadap oksidasi (5). Pengaruh iradiasi pada suatu senyawa adalah juga bersifat sebagai reaksi oksidasi karena terjadi pelepasan elektron dari senyawa yang ditumbunya. Oleh karena itu perlu dilakukan uji bilangan Iod yang mencerminkan kandungan ikatan rangkap dalam minyak jarak. Pada Tabel 3 disajikan pengaruh iradiasi hingga 150 kGy terhadap bilangan Iod dari minyak jarak. Terlihat bahwa dengan naiknya dosis iradiasi, nilai bilangan Iod minyak jarak relatif tidak berubah hingga dosis 100 kGy. Penurunan nilai bilangan yang cukup signifikan baru terjadi pada dosis 150 kGy. Hal ini mungkin yang menyebabkan terjadinya reaksi ikatan silang pada minyak jarak, sehingga jumlah ikatan rangkap dari minyak jarak turun dengan naiknya dosis iradiasi. Terjadinya reaksi ikatan silang ini didukung dengan naiknya viskositas minyak jarak, seperti hal yang telah dibahas sebelumnya. Salah satu reaksi ikatan silang yang mungkin terjadi pada ikatan rangkap minyak jarak adalah sebagai berikut;



Gambar 3. Minyak jarak yang terpolimerisasi dengan ikatan silang

Tabel 3. Bilangan Iod minyak jarak hasil iradiasi

Dosis iradiasi (kGy)	Bilangan asam
0	15,56 ± 0,17
25	15,65 ± 0,15
50	15,76 ± 0,12
75	15,34 ± 0,13
100	15,25 ± 0,11
150	12,42 ± 0,15

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa iradiasi gamma hingga dosis 150 kGy menyebabkan kenaikan viskositas minyak jarak dari 1020 hingga 1090 cp. Selain itu, tidak terjadi perubahan pada bilangan asam. Terjadinya penurunan nilai bilangan iod dan naiknya viskositas dengan meningkatnya dosis iradiasi hingga 150 kGy mengindikasikan terjadinya reaksi ikatan silang pada ikatan rangkap dari minyak jarak. Mengingat pentingnya minyak jarak baik dalam bentuk monomer maupun polimernya, maka perlu dilakukan penelitian yang intensif untuk pengembangan selanjutnya mengenai aplikasi iradiasi dalam modifikasi minyak jarak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada petani Yogya yang telah memberikan sampel minyak jarak serta rekan-rekan di fasilitas iradiasi IRKA-PATIR BATAN yang telah mengiradiasi minyak jarak.

DAFTAR PUSTAKA

1. [Http://www.Groshea.com/caschem.chemistry.html](http://www.Groshea.com/caschem.chemistry.html), diakses 10 Juni 2008.
2. MARCIA, M., ROSANA DE CASSIA DE SOUZA, S., VANESSA, Z., B., MARIA LUIZA, V.H., and ELINA, B.C., Castor oil hydrogenation by a catalytic hydrogen transfer system using limonene hydrogen donor, *J. of the American Oil Chemist' Society*, 82:4 (2005) 279-283.
3. NIVEA DE LINA D.S., MARIA REGINA W.M., CESAR B., BATISTELLA, and RUBEN M.F., Optimization of biodiesel production from castor oil, *Applied*

- Biochemistry and Biotechnology, 130:1 (2006) 405-414.
4. DEBORA D.O., MARCO D.L., CARINA F., CLARISSA D.L., JOAO P.B., NADRA L., CHRISTIANA A., CLAUDIO D. and JOSE V.O., Optimization of alkaline transesterification of soybean oil and castor oil for biodiesel, *Appl. Biochem and Biotech*, 122:1 (2005) 553-560.
5. DEBORA D.O., MARCO D.L., CANNA F., CLANISSA D.R., JOAO P.B., NADA L. SILVANA M., CHRISTIANA A., and JOSE V.O., Optimization of enzymatic production of biodiesel from castor oil in organic solvent medium, *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 115: 2 (2004) 123-28.
6. [Http://www.Castor.oil.in./uses/uses.html](http://www.Castor.oil.in./uses/uses.html), diakses 10 Juni 2008.
7. NIKITINA, T.S., "Effect Ionizing Radiation on High Polymers", Gordon and Breach, New York, (1963) 1-11.
8. DEPARTEMEN KESEHATAN REPUBLIK INDONESIA, Farmakope Indonesia, Edisi IV, Jakarta, Dirjen POM (1995) 948-50.
9. IIS SOFYAN, "Kimia Polimer", Pradnya Paramita, Jakarta (2001) 63-5.
-

