

Pembuatan penukar ion : Kopolimerisasi cangkok asam akrilat pada serat polipropilen dengan metoda pra-iradiasi dalam atmosfer nitrogen.

Oleh
Endang Asijati, Asep Saefumillah^{1,2}, Mirzan T Razak, Darsono^{3,4}

ABSTRAK

Kopolimerisasi cangkok asam akrilat (AA) pada serat polipropilen isotaktik (PP) dipelajari menggunakan sinar γ dari sumber ^{60}Co dengan teknik pra-iradiasi dalam atmosfer nitrogen. PP yang telah diiradiasi direaksikan dengan larutan AA dalam air. Prosen pencangkokan ditentukan sebagai fungsi dosis total, konsentrasi monomer, temperatur dan waktu reaksi. Serat PP-g-AA dikarakterisasi dengan FTIR, DSC, SEM-EDAX dan kapasitas penukaran ionnya terhadap ion Cu^{2+} . Meningkatnya kadar pencangkokan akan meningkatkan pula kestabilan termal dan ketebalan serat. Serat yang telah dicangkok menunjukkan kinetika pertukaran ion yang tinggi terhadap ion Cu^{2+} . Serat PP-g-AA dengan kadar pencangkokan 316,7% menunjukkan kapasitas penukaran ion sebesar 6,73 meq/g dan ion Cu^{2+} terikat dan terdistribusi secara merata pada permukaan serat.

Kata Kunci : Serat Penukar ion, Kopolimerisasi cangkok, Prairradiasi, Polipropilen, Asam akrilat.

Graft copolymerization of acrylic acid (AA) onto isotactic polypropylene (PP) fibre has been studied by using gamma rays from ^{60}Co source by preirradiation technique in nitrogen atmosphere. The preirradiated PP was treated with aqueous solution of AA. The percentage of grafting was determined as a function of total dose, monomer concentration, temperature and reaction periode. PP-g-AA fibre was characterized by FTIR, DSC, SEM-EDAX and the exchange capacity towards Cu^{2+} ions. It was observed that the increase of percentage of grafting is followed by the increase of thermal stability and fibre thickness. High exchange kinetics towards Cu^{2+} ions was shown. PP-g-AA fibre with degree of grafting of 316.7% showed exchange capacity of 6.73 meq/g and the binding copper ions were distributed homogenously in the fibre surface.

Keywords : Ion exchange fibre, graft copolymerization, preirradiation, polypropylene, acrylic acid.

I. PENDAHULUAN

Kopolimerisasi cangkok (graft copolymerization) yang diinduksi oleh radiasi merupakan salah satu cara untuk memodifikasi bahan-bahan polimer dengan tujuan memperbaiki sifat-sifatnya seperti sifat hidrofilik, sifat dapat diberi warna, sifat adhesive dan kekuatannya. Modifikasi terhadap bahan-bahan polimer ini memungkinkan aplikasinya menjadi lebih luas^{1,2}. Pemanfaatan polipropilen (PP) dan polietilen (PE) yang terdapat di pasaran baik berupa serat maupun film sebagai kerangka untuk pencangkokan monomer telah banyak

diteliti^{3,4,5}. Teknik pencangkokan dengan memanfaatkan radiasi ini memberikan pula peluang untuk mencangkokkan berbagai ligan pengompleks pada polimer sehingga dapat dihasilkan suatu bahan yang dapat berperan sebagai penukar ion. Dibandingkan dengan penukar ion konvensional yang berupa butiran, penukar ion berupa serat diharapkan mempunyai kinetika dan kapasitas pertukaran ion yang tinggi. Pada tulisan ini dilaporkan pembuatan kopolimerisasi cangkok asam akrilat pada serat polipropilen (PP-g-AA) dengan teknik pra-irradiasi dalam media inert (N_2). Pengaruh dosis radiasi, konsentrasi monomer, temperatur dan waktu reaksi

^{1,2} Jurusan Kimia FMIPA Universitas Indonesia

^{3,4} PAIR-BATAN

pencangkakan dipelajari terhadap efisiensi pencangkakan. Selanjutnya dilakukan karakterisasi terhadap serat (PP-g-AA) yang dihasilkan dan aplikasinya sebagai penukar ion.

II. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Penyiapan Serat. Asam akrilat yang digunakan memiliki kualitas analisis (Merck). Serat polipropilen yang diperoleh dari PT. Sungilindo Jaya Makmur, dibersihkan dengan ekstraksi soxlet dalam pelarut n-heksana. Selanjutnya serat diiradiasi dengan sinar- γ dari sumber radiasi Co-60 IRPASENA PAIR-BATAN dalam atmosfer nitrogen pada laju dosis 5,15 kGy/jam selama waktu tertentu. Pencangkakan monomer dilakukan dengan metode Pra-Iradiansi dalam media inert (N_2).

Metode (pencangkakan). Sebanyak 500 mg serat PP yang telah diiradiasi, direaksikan dengan larutan monomer asam akrilat yang telah bebas oksigen pada temperatur dan selama waktu tertentu. Kopolimer cangkak yang terbentuk (PP-g-AA), dicuci beberapa kali dan sisa homopolimernya (asam poli-akrilat) dipisahkan dengan ekstraksi soxlet menggunakan air sebagai pelarut. Kopolimer ini kemudian dikeringkan pada temperatur 60°C.

$$\text{Persen Pencangkakan} : \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\%$$

W_1 = Berat PP mula-mula (gram)

W_2 = Berat PP-g-AA (gram)

Karakterisasi kopolimer cangkak. Kopolimer cangkak yang dihasilkan (PP-g-AA), diidentifikasi dengan spektrometer FT-IR 8201 PC Shimadzu dan dipelajari sifat termalnya dengan menggunakan Differential Scanning Calorimeter (Dupont Instrument 8900 Computer/Thermal analysis).

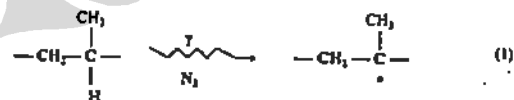
Disamping itu diteliti pula pengaruh kadar pencangkakan terhadap ketebalan serat yang dihasilkan. Sifat penukar ionnya diamati dengan menentukan kapasitas serapan terhadap ion Cu (II) pada pH 4,0 dengan menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer OGAWA SEIKI Co. LTD AA-782. Perubahan sifat permukaan serat diamati dengan menggunakan SEM-EDAX dari Philips.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berbeda dengan proses iradiasi dalam udara yang menghasilkan radikal-radikal peroksi, yang diduga kuat menjadi penyebab meningkatnya kerapuhan serat PP-g-AA selama penyimpanan⁶, iradiasi serat PP dalam atmosfer nitrogen (inert) ini, menghasilkan radikal terjebak (trapped radical) alkil.⁷ Untuk menghindari terbentuknya radikal-radikal peroksi yang dapat terbentuk pada laju dosis rendah (1 kGy/J), pada penelitian ini laju dosis iradiasi diatur agar relatif tinggi 5,15 kGy/J^{8,9}.

Tahap-tahap reaksi yang terjadi pada proses pencangkakan asam akrilat dalam atmosfer nitrogen diperkirakan sebagai berikut :

Tahap iradiasi polipropilen :



Tahap reaksi pencangkakan :

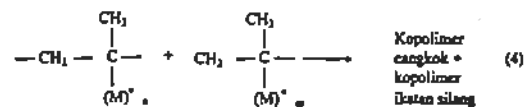
Inisiasi :



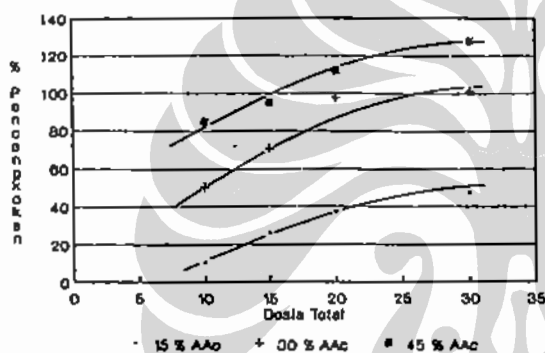
Propagasi :



Terminasi

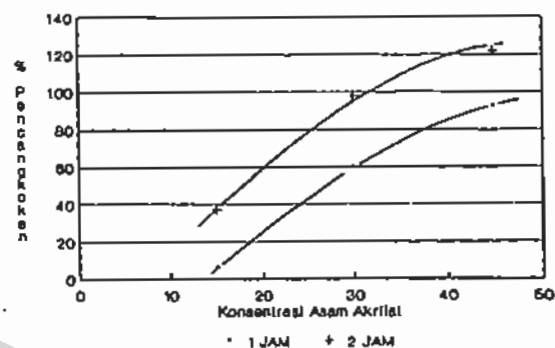


Pengaruh Dosis Total. Kadar radikal polimer yang terbentuk berbanding lurus dengan bertambahnya dosis radiasi (reaksi 1), yang berarti pula akan berbanding lurus dengan kadar kopolimer cangkok yang terbentuk.^{10,11} Pengaruh dosis radiasi pada berbagai konsentrasi monomer terhadap kenaikan persen pencangkokan dapat dilihat pada Gambar 1. Persen pencangkokan tertinggi (127,63%) diperoleh pada dosis total 30 kGy dan konsentrasi asam akrilat 45%.



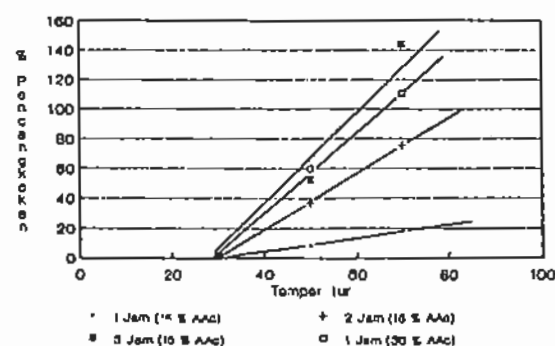
Gambar 1: Pengaruh Dosis Total terhadap % pencangkokan pada berbagai konsentrasi monomer

Pengaruh Konsentrasi Monomer. Pengaruh konsentrasi monomer terhadap persen pencangkokan pada berbagai waktu reaksi dapat dilihat pada Gambar 2. Data tersebut menunjukkan makin besar konsentrasi akrilat (M) makin besar pula persen pencangkokan pada kedua variasi waktu tersebut. Meningkatnya konsentrasi monomer, akan meningkatkan pula difusinya ke dalam sisi aktif untuk dapat bereaksi dengan radikal (reaksi 2,3). Secara teoritis, hubungan tersebut selalu dapat diperoleh selama keadaan setimbang dapat dipertahankan, yaitu jika konsentrasi monomer dalam matriks polimer tetap konstan. Kondisi ini dapat diperoleh bila kecepatan difusi monomer ke dalam serat dapat mengimbangi kecepatan propagasi.



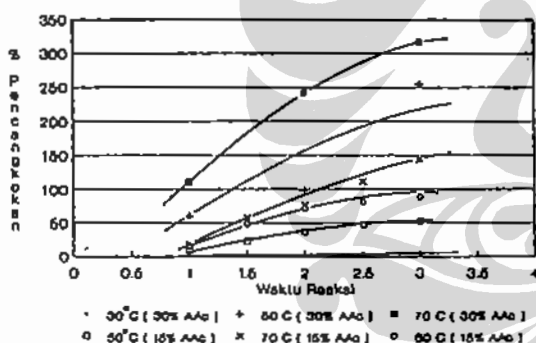
Gambar 2: Pengaruh konsentrasi monomer terhadap % pencangkokan

Pengaruh Temperatur. Pengaruh temperatur terhadap hasil reaksi pencangkokan dapat dilihat pada Gambar 3. Hasil percobaan ini menunjukkan, bahwa persen pencangkokan akan meningkat dengan meningkatnya temperatur reaksi. Kenaikan temperatur akan meningkatkan mobilitas molekul-molekul monomer di dalam larutan, disamping akan meningkatkan derajat pengembangan (swelling).^{10,11} Secara kinetik hal ini akan meningkatkan probabilitas bereaksinya monomer dengan sisi aktif radikal polimer, yang didukung oleh meningkatnya difusi monomer ke dalam matriks polimer. Data hasil percobaan tersebut menunjukkan bahwa pada temperatur tetap, persen pencangkokan yang sama, akan diperoleh dalam waktu yang lebih singkat bila konsentrasi monomer yang digunakan lebih tinggi. Pada percobaan ini disimpulkan bahwa kadar pencangkokan yang tinggi diperoleh pada temperatur 70°C.



Gambar 3. Pengaruh temperatur terhadap % pencangkokan

Pengaruh Waktu Reaksi. Pengaruh waktu reaksi terhadap persen pencangkakan dapat dilihat pada Gambar 4. Pada gambar tersebut dapat dilihat pengaruh lamanya waktu reaksi dan konsentrasi monomer, terhadap persen pencangkakan pada berbagai temperatur (30° , 50° C, 60° C dan 70° C). Makin panjang waktu reaksi, makin besar kemungkinan monomer akrilat yang tercangkok melakukan reaksi propagasi (reaksi 3), sehingga diduga dihasilkan rantai homopolimer tercangkok pada rantai cabang polipropilen. Pada percobaan dengan konsentrasi monomer 15% kadar pencangkakan yang paling tinggi diperoleh pada waktu reaksi 3 jam, temperatur 70° C dengan persen pencangkakan 143,9%. Dengan kondisi yang sama pada konsentrasi monomer 30%, diperoleh persen pencangkakan 316,7%.



Gambar 4. Pengaruh waktu reaksi terhadap % pencangkakan pada berbagai temperatur dan konsentrasi monomer

Karakterisasi PP-g-AA

Spektrum IR. Pengujian sifat serapan radiasi infra merah dilakukan pada PP non iradiasi (asli). PP iradiasi (20 kGy) tanpa reaksi pencangkakan, PP-g-AA dengan prosen pencangkakan 242,0% dan PP-g-AA 316,7% (gambar 5). Identifikasi spektrum serapan IR dilakukan untuk pita serapan vibrasi ulur dari gugus karbonil ($\nu(\text{C}=\text{O})$), gugus hidroksil ($\nu(\text{C}-\text{OH})$), karbon hidrogen ($\nu(\text{C}-\text{H})$) dari gugus metil dan pita serapan gugus isopropil ($\nu(-\text{CH}-\text{CH}_3)$).¹²

Pita serapan gugus karbonil ($\nu(\text{C}=\text{O})$). Pita serapan gugus karbonil muncul pada $1693,4 \text{ cm}^{-1}$, untuk keempat macam spektrum. Pada PP asli pita serapan ini berasal dari produk autoksidasi (foto-oksidasi) selama penyimpanan, sedangkan pada PP yang diiradiasi tanpa reaksi pencangkakan berasal dari produk oksidasi selama penyimpanan, yang diinisiasi oleh radikal alkil yang terbentuk. Pada serat PP-g-AA intensitas pita serapan ini naik sesuai dengan bertambahnya kadar pencangkakan. Kenaikan intensitas pita serapan yang lebih tajam ini membuktikan bahwa gugus karboksilat dari asam akrilat telah tercangkok pada serat PP.

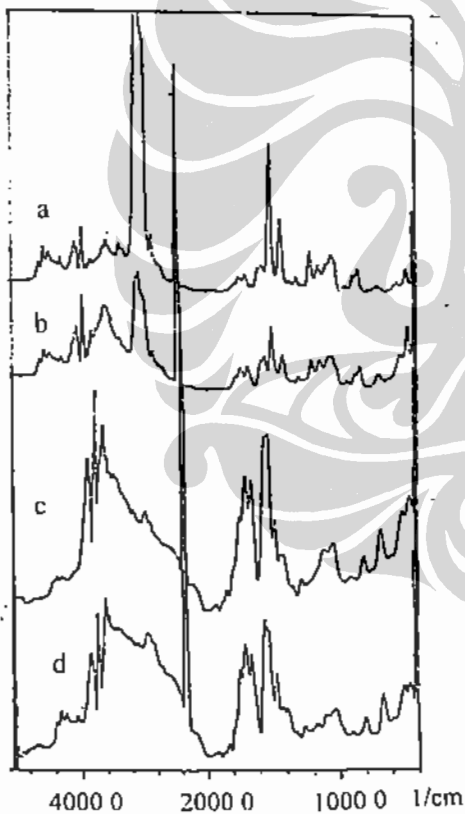
Pita serapan gugus hidroksil. Pita serapan gugus hidroksil diamati di sekitar bilangan gelombang $3398,3 \text{ cm}^{-1}$. Serapan gugus ini meskipun kecil dapat diamati pada PP asli dan PP yang diiradiasi (20 kGy). Serapan gugus hidroksil yang melebar di sekitar 3300 cm^{-1} pada serat PP-g-AA menunjukkan adanya ikatan hidrogen intermolekul yang terbentuk pada kadar pencangkakan yang sangat tinggi (242,03 dan 316,7%).

Pita serapan gugus metil ($\nu(\text{C}-\text{H})$) dan Isopropil ($\nu(\text{C}-\text{H})$). Pita serapan gugus metil dan isopropil terdapat pada 2960 cm^{-1} dan 1160 cm^{-1} . Kedua serapan ini terdapat pada spektrum PP asli dan serat PP yang diiradiasi walaupun dengan intensitas yang jauh lebih kecil. Hasil ini menunjukkan bahwa, iradiasi mengakibatkan putusnya atom hidrogen pada atom karbon tersier, walaupun tidak secara total. Masih nampaknya serapan gugus-gugus tersebut kemungkinan dikarenakan radikal-radikal polimer yang terbentuk dapat melakukan rekombinasi (penggabungan) selama penyimpanan.

Pada serat PP-g-AA dengan kadar pencangkakan yang lebih rendah (242,03 %), pita serapan isopropil ($\nu(\text{C}-\text{H})$) masih nampak sedangkan pada serat dengan kadar pencangkakan yang lebih tinggi (316,7%) dapat dikatakan tidak tampak lagi. Pada keadaan ini, diduga semua radikal polimer (isopropil) yang

terbentuk selama iradiasi telah bereaksi dengan monomer asam akrilat.

Untuk melihat sifat taksisitas serat polipropilen yang digunakan, diamati pita serapan dibawah 1000cm^{-1} . Pita serapan fasa kristal polipropilen isotaktik akan muncul pada bilangan gelombang 809, 842, 894, dan 997cm^{-1} , sedangkan fasa amorfnya muncul pada bilangan gelombang 790 dan 1158cm^{-1} .¹³ Mengacu kepada data tersebut, dapat disimpulkan bahwa serat polipropilen yang digunakan adalah polipropilen isotaktik, dan proses pencangkakan hanya terjadi pada fasa amorf.

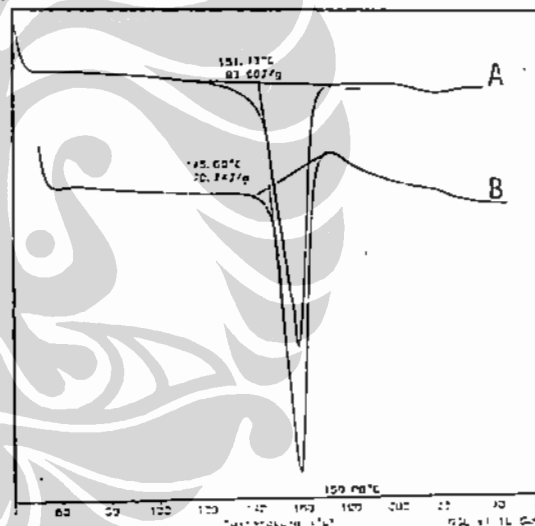


Gambar 5 Spektrum FTIR serat propilen asli, (A), serat yang diradiasi tanpa pencangkakan (B), serat PP-g-AA dengan kadar pencangkakan 24,03% (C) dan 316,7% (D).

Pengujian Sifat Termal (DSC). Pengujian sifat termal dilakukan pada sampel PP asli, PP-iradiasi, dan PP-g-AA 60% dan 254,19%.

Hasil pengujian menunjukkan adanya perbedaan titik leleh, besarnya panas reaksi dan perubahan luas puncak endotermis dari sampel yang diteliti.

Perbedaan titik leleh serat polipropilen asli dan yang diiradiasi dapat dilihat pada Gambar 6. Serat PP asli mempunyai titik leleh $165,50^{\circ}\text{C}$, sedangkan serat PP iradiasi $159,09^{\circ}\text{C}$. Panas transisi serat PP asli ($74,95\text{ J/gr}$), lebih tinggi dibanding serat PP iradiasi ($70,74\text{ J/gr}$). Perbedaan titik leleh pada kedua sampel serat tersebut, diduga karena adanya perbedaan derajat kekristalan.

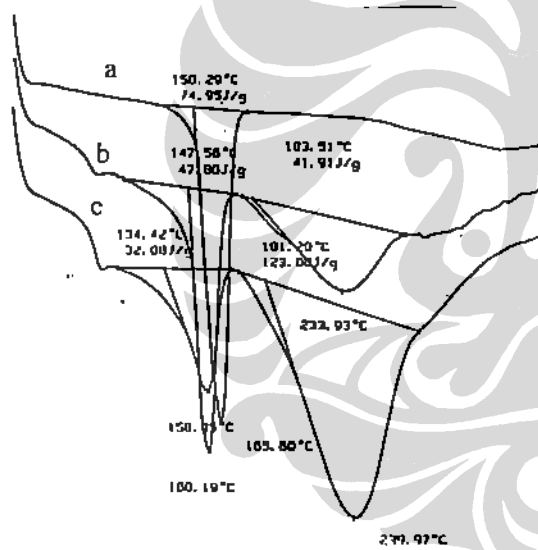


Gambar 6. Diagram Termal PP Asli (A) dan PP diiradiasi (B).

Serat PP yang diiradiasi, mengalami penurunan derajat kekristalan yang disebabkan oleh hasil interaksinya dengan radiasi foton gamma. Percobaan yang dilakukan Geymer¹³ menunjukkan bahwa dosis radiasi yang sangat tinggi (600 Mrad) dapat menurunkan kekristalan PP hingga 73%. Pemeriksaan PP dengan DSC dalam penelitian tersebut menunjukkan adanya penurunan puncak endotermis titik leleh dari 160°C menjadi 105°C . Chapiro¹⁰ menyatakan, proses iradiasi mengakibatkan terjadinya perubahan struktur daerah kristalin, seperti munculnya

percabangan dan ketidak jenuhan. Perubahan ini mengubah geometri molekul dalam rantai polimer sehingga susunan molekular yang teratur (kristal) pada rantai polimer menjadi rusak. Penurunan kekristalan tersebut terlihat pada penurunan titik lelehnya.

Peningkatan kadar pencangkakan, dapat menurunkan harga titik leleh serat. Diagram termal serat PP asli dan PP-g-AA terdapat pada pada Gambar 7. Serat PP asli, PP-g-AA dengan kadar 60% dan 254,2% mempunyai titik leleh berturut-turut 165,5°, 160,19° dan 158.85°C.

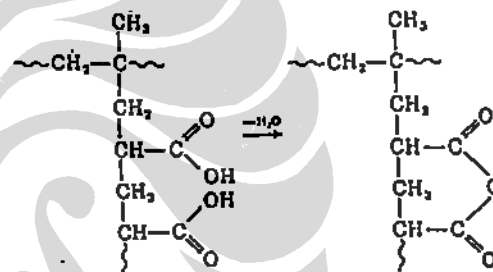


Gambar 7. Diagram termal PP Asli (A): PP-g-AA dengan kadar pencangkakan 60% (B) dan 254.2% (C)

Pada diagram termal tersebut, terlihat munculnya puncak endotermis pada PP-g-AA di atas temperatur lelehnya. Untuk PP-g-AA 60% puncak endotermis tercatat pada temperatur 233,93°C, sedangkan pada PP-g-AA 254.19% pada 239,97°C. Puncak endotermis pada temperatur di sekitar 230°C ini, diperkirakan berasal dari reaksi dehidrasi gugus karboksilat yang berdampingan dalam serat PP-g-AA.¹⁴ Pada kadar pencangkakan yang tinggi, jumlah gugus karboksilat yang terdapat dalam rantai polimer juga akan lebih

tinggi dan mengakibatkan puncak endotermisnya bergeser ke temperatur yang lebih tinggi. Data tersebut juga menunjukkan panas reaksi PP-g-AA 60% dan 254.19% berturut-turut adalah 41,91 joule/g dan 123,00 Joule/g. Hasil ini menunjukkan bahwa makin tinggi kadar pencangkakan makin tinggi pula panas reaksi yang di perlukan, yang berarti pula makin tinggi kestabilan termal serat.

Proses dehidrasi gugus karboksilat serat PP-g-AA yang dihasilkan dalam media inert diduga berlangsung seperti dalam vakum, reaksinya adalah sebagai berikut :¹³



Puncak dekarboksilasi diharapkan muncul pada temperatur yang lebih tinggi dari pada puncak dehidrasi. Mehta¹⁴, mencatat adanya puncak dekarboksilasi pada temperatur 300°C, sementara dari kedua kurva pada Gambar 7, puncak dekarboksilasi tidak tampak. Kemungkinan reaksi dekarboksilasi atau degradasi termal keseluruhan matriks polimer terjadi pada suhu di atas 350°C.

Dari pengujian sifat termal dapat disimpulkan bahwa pengaruh radiasi dan reaksi pencangkakan, hanya sedikit mempengaruhi titik leleh, panas reaksi pelelehan dan derajat kekristalan serat PP. Dengan demikian dapat disimpulkan, reaksi pencangkakan terutama terjadi pada fasa amorf, sehingga tidak mempengaruhi struktur kristal serat. Di samping itu, kestabilan termal serat PP secara keseluruhan meningkat secara nyata setelah dicangkok oleh monomer asam akrilat.

Pengukuran Ketebalan Serat. Hasil pengukuran ketebalan serat dengan alat buatan Jepang (Mitoyo No.2050-08) dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan data tersebut, dapat disimpulkan bahwa, naiknya persen

pencangkakan akan menaikkan pula ketebalan serat. Dengan meningkatnya ketebalan serat diharapkan meningkat pula sifat kekuatan tariknya. Dengan demikian, melalui proses pencangkakan, diharapkan sifat mekanik serat akan meningkat.

Tabel 1. Hubungan % Pencangkakan dengan Ketebalan Serat.

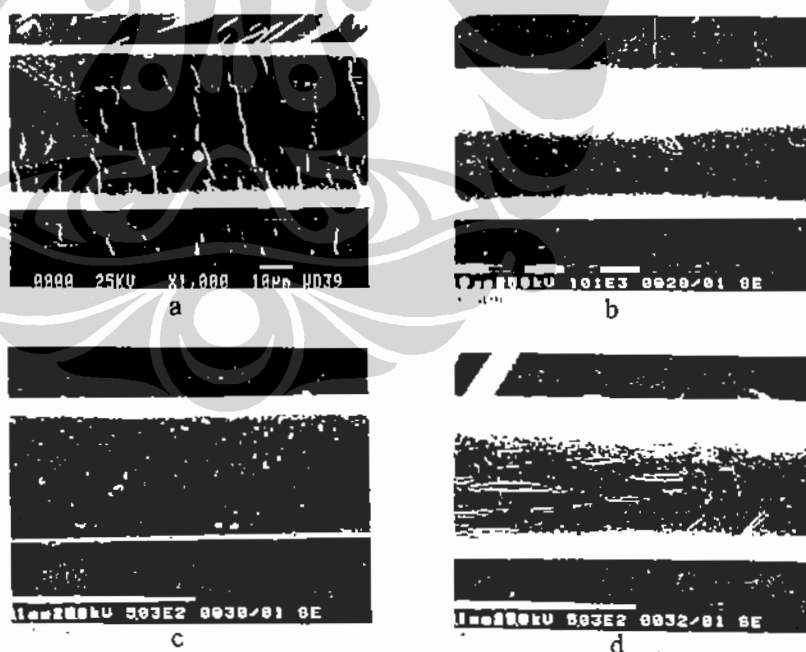
Persen Pencangkakan	Ketebalan serat (mm)
0,00 %	0,024
6,25 %	0,030
17,98 %	0,033
52,81 %	0,045
70,66 %	0,061
97,74 %	0,068
316,7 %	0,074

Perubahan sifat fisik serat. Hasil pengamatan sifat fisik serat PP asli dan PP-g-AA dapat dilihat pada Tabel 2. Data tersebut menunjukkan bahwa pencangkakan asam akrilat yang dilakukan dalam media inert menghasilkan serat penukar ion yang mempunyai ketahanan fisik yang lebih baik dan kapasitas pertukaran ion yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses pencangkakan dalam udara⁶. Dengan teknik ini dapat diperoleh penukar ion berupa serat yang mempunyai kapasitas yang sesuai dengan resin penukar ion yang terdapat di pasaran yang berupa butiran.

Tabel 2. Perbandingan sifat fisik serat PP asli dan PP-g-AA

Pengamatan	Sifat	
	serat PP asli	serat PP-g-AA
Warna	Sedikit Putih	Putih Kuat
Berat Jenis	<1	>1
Hidrofilisitas	Hidrofobik	Hidrofilik
Pengembangan dlm air	Kecil	Besar
Kerapuhan	Tidak nampak	Tidak nampak
Perubahan Warna setelah penyimpanan 6 bulan	Tidak nampak	Tidak nampak

Hasil pengamatan dengan SEM menunjukkan bahwa proses pencangkakan monomer asam akrilat mengakibatkan terjadinya perubahan struktur mikro serat. Gambar 8 menunjukkan



Gambar 8. Foto SEM dari
 (a) Serat PP asli, pembesaran $1,00 \times 10^3$
 (b) Serat PP yang diirradiasi, pembesaran $1,01 \times 10^3$
 (c) Serat PP-g-AA kadar 242,03% pembesaran $5,03 \times 10^2$
 (d) Serat PP-g-AA kadar 316,70%, pembesaran $5,03 \times 10^2$

foto serat PP asli, PP iradiasi dan serat PP-g-AA dengan kadar pencangkakan yang berbeda. Pada kadar pencangkakan yang tinggi

(316.7%) mulai terlihat adanya kerusakan pada kerangka (backbone) serat PP (gambar 8d). Hasil pengamatan serat PP-g-AA dengan kadar pencangkakan yang sama ($\pm 316\%$) dengan SEM menunjukkan tidak adanya kerusakan pada sebagian besar kerangka PP. Karena itu, kondisi ini (dosis total 20 kGy, konsentrasi asam akrilat 30%, temperatur 70°C, waktu reaksi 3 jam) dianggap kondisi yang optimal.

Pengujian Kapasitas Penukaran Ion Cu²⁺
 Pengujian ini dilakukan terhadap ion Cu²⁺ pada pH 4.0 dengan sistem batch. Serat PP-g-AA yang telah menyerap ion Cu²⁺ berwarna biru. Hasil yang diperoleh pada Tabel 3 menunjukkan kapasitas penukaran semakin meningkat dengan meningkatnya kadar pencangkakan. Kapasitas penukaran dicapai dalam waktu penyetimbangan serat dengan larutan yang relatif singkat (kurang dari 5 menit). Ini berarti kinetika penukaran ion berlangsung cukup cepat. Dengan menggunakan larutan HCL 1M, lebih dari 90% ion Cu²⁺ dapat dibebaskan kembali.

Tabel 3. Hubungan Persen Pencangkakan dengan Kapasitas Penukaran ion Cu²⁺

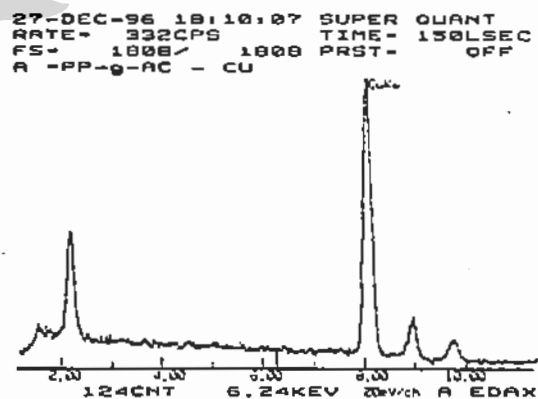
No.	Persen Pencangkakan	Kapasitas Penukaran(mek/g)
1	37,38	1,96
2	75,60	4,01
3	97,74	4,24
4	254,19	6,59
5	316,70	6,73

Serat PP-g-AA yang telah mengikat ion Cu²⁺ diamati dengan SEM-EDAX (Gambar 9a). Pengikatan ion Cu²⁺ mengakibatkan ukuran serat bertambah kecil. Hasil "mapping" yang diperoleh menunjukkan bahwa ion Cu²⁺ terikat dan terdistribusi secara merata pada permukaan serat (Gambar 9b dan 10).



Gambar 9. PP-g-AA dengan kadar pencangkakan 242,03% yang telah mengikat Cu²⁺

(a) Foto SEM PP-g-AA Cu
 (b) "Mapping" dengan SEM-EDAX dari PP-g-AA Cu



Gambar 10. Spectra SEM-EDAX dari PP-g-AA dengan kadar pencangkakan 242,03% yang telah mengikat Cu²⁺.

IV. KESIMPULAN

Kopolimerisasi cangkok asam akrilat pada serat PP yang dilakukan dengan teknik pra-irradiasi dalam atmosfer nitrogen dan pelarut air dapat menghasilkan penukar kation yang mempunyai sifat-sifat fisik yang baik serta kapasitas dan kinetika penukaran ion yang tinggi. Stabilitas termal yang tinggi memungkinkan serat ini dapat digunakan sebagai penukar/penyerap ion-ion dari air limbah dengan suhu tinggi. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut yang berhubungan dengan kemampuannya untuk mengikat/menukar ion-ion logam lain sehingga dapat diaplikasikan lebih luas.

Ucapan terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih pada Dirjen Dikti yang telah memberikan bantuan dana melalui HIBAH BERSAING III/1 dan pada Pimpinan PAIR-BATAN yang telah memberikan kesempatan untuk memanfaatkan fasilitas-fasilitas yang ada sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Charlesby A., 1991. Past and Future Trends in Polymer irradiation, *Radiat. Phys. Chem.* Vol. 37, No. 1, 5-10.
- Kabanov V.YA., Aliev R.E., Kudryavtsev, 1991. Present Status and Development Trends of Radiation-Induced Graft Polymerization, *Radiat. Phys. Chem.* Vol 37, No.2 175-192.
- Mehta I.K., Sunil Kumar, Chauhan G.S., Misra B.N., 1990. Grafting Onto Isotactic polypropylene III. Gamma Rays Induced Graft Copolymerization of Water soluble Vinyl Monomers, *J. Appl. Polym. Sci.*, Vol. 41, 1171-1180.
- Dogue L.J., Mermilliod N., Gandini A., 1995. Modification of Industrial Polypropylene Film by Grafting of Poly (Acrylic Acid) *J. Appl. Polym. Sci.*, Vol.56, 33-40.
- Abdel-Bary E.M., El-Nesr., 1996. Characterization And Application of Grafted Acrylaricide Onto LDPE, Eva and LDPE/Eva Films Using Gamma Radiation, *Radiat. Phys. Chem.* Vol. 48, No. 5 689- 693.
- Aryanti, Thesis S2 Kimia FMIPA-UI. (1994)
- Dunn T.S., et al, 1979. Radical Structure and Its Role In The Oxidative Degradation of γ -Irradiated Polypropylene, *Radiat. Phys. Chem.* Vol. 14., pp 625-634.
- Louis J.D., Gandini A., 1995. Modification of Industrial Polypropylene Film by Grafting of Poly (acrylicacid), *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 56, 33-40.
- Kaur I., Barsola R., and Misra B.N., 1994. Radiation Graft Copolymerization of Methacrylonitrile and Binary Myxture of methacrylonitrile with Vinylpyridine onto Isotactic Polypropylene Fiber, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 51, 329-336.
- Chapiro A., 1962. *Radiation Chemistry of Polymeric System*, Interscience Publisher, New York.
- Singh R.P., 1992. Surface Grafting Onto Polypropilen a Survey of Recent Developments, *Prog. Polym. Sci.* Vol. 17, pp 251-281.
- Klopffer, W., 1984. *Introduction to Polymer Spectroscopy, Polymers/Properties and Applications 7*, Springer-Verlag.
- Dole M., Ed., 1972. *The Radiation Chemistry of Macromolecules; Polypropilen*, Academic Press New York & London, Vol. 2. Hal. 3-27.
- Daniel, T., 1973. *Thermal Analysis*, Kogan Page Great Britain.