

RISALAH PERTEMUAN ILMIAH APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

Jakarta, 9 - 10 Januari 1996

BUKU I

PROSES RADIASI, INDUSTRI, DAN LINGKUNGAN

**BADAN TENAGA ATOM NASIONAL
PUSAT APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI**

JL. CINERE PASAR JUMAT KOTAK POS 7002 JKSKL, JAKARTA 12070; INDONESIA
TELP. 7690709 - KAWAT/CABLE: JUMATOM - TELEX 47113 CAIRCA IA FAX. 7691607

Penyunting : Buku I, II, dan III

1. Ir. Munsiah Maha	Ketua merangkap Anggota
2. Ir. F. Sundardi, APU	Wakil Ketua merangkap Anggota
3. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D., APU	Anggota
4. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU	Anggota
5. Ir. Elsie L. Sisworo, M.Si., APU	Anggota
6. Ir. Wandowo	Anggota
7. Dr. Made Sumatra	Anggota
8. Dr. Ir. Mugiono	Anggota
9. Dr. Yanti Sabarinah S.	Anggota

Perpustakaan Nasional : Katalog Dalam Terbitan (KDT)

PERTEMUAN ILMIAH APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (1996 : JAKARTA)
Risalah pertemuan ilmiah aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 9 - 10 Januari 1996/
Penyunting, Munsiah Maha.-- (et al.).-- Jakarta : Badan Tenaga Atom Nasional,
Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, 1996.
3 Jil.; 30 cm.

Isi : jil. 1. Proses radiasi, industri, dan lingkungan
jil. 2. Pertanian
jil. 3. Peternakan, biologi, dan kimia

ISBN 979-8500-11-3 (no. jil. lengkap)
ISBN 979-8500-12-1 (jil. 1)
ISBN 979-8500-13-X (jil. 2)
ISBN 979-8500-14-8 (jil. 3)

I. Isotop - Kongres I. Judul II. Maha, Munsiah

541.388

Alamat : Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi - BATAN
Jl. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070

PENGANTAR

Sebagaimana pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi (APISORA) ke-8 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1996 bertujuan untuk menyebarluaskan informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang Proses Radiasi, Industri, Hidrologi, Sedimentologi, Kimia, Biologi, Lingkungan, Pertanian, dan Peternakan. Dengan demikian, ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dikembangkan dalam bidang ini dapat diketahui dan dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait untuk kepentingan masyarakat pada umumnya.

Pertemuan ilmiah kali ini dihadiri oleh 183 orang peserta yang terdiri dari para ilmuwan, dan peneliti, serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintah, BUMN, dan swasta.

Dalam pertemuan ilmiah ini dibahas dua makalah utama yang dibawakan oleh pejabat senior, yaitu tentang Program Riset Unggulan Strategis Nasional, dan Peranan Sains dan Teknologi Nuklir dalam Menunjang Pertumbuhan Industri dan Pengelolaan Lingkungan. Selanjutnya, dibahas sebanyak 77 makalah hasil penelitian yang dibagi dalam tiga kelompok dan dipresentasikan secara paralel.

Penerbitan risalah pertemuan ilmiah ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknik nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang keberhasilan pembangunan di masa mendatang.

Penyunting

PENDAHULUAN

Sebagaimana pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi (APIGAR) ke-8 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi Badan Tenaga Atom Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1996 bertujuan untuk memperbaharui informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang Radiasi, Hidrologi, Sedimentologi, Kimia, Biologi, Lingkungan, Pertanian, dan Peternakan. Dengan demikian, ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dikembangkan dalam bidang ini dapat dimanfaatkan dan dimanfaatkan oleh pihak-pihak terkait untuk kepentingan masyarakat pada umumnya.

Pertemuan ilmiah kali ini dihadiri oleh 185 orang peserta yang terdiri dari para ilmuwan dan peneliti serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintahan, BUMN, dan swasta.

Salah satu pertemuan ilmiah ini membahas dua masalah utama yang dibawakan oleh pejabat senior, yaitu tentang Program Riset Unggulan Strategis Nasional dan Program Sains dan Teknologi Nuklir dalam Menunjang Pembangunan Industri dan Pengelolaan Lingkungan. Selanjutnya, dibahas sebanyak 75 masalah hasil penelitian yang dibagi dalam tiga kelompok dan dipresentasikan secara paralel.

Penelitian masalah pertemuan ilmiah ini diharapkan dapat menambah sumber informasi dan ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan teknik nuklir bagi pihak yang membutuhkan untuk menunjang keberhasilan pembangunan di masa mendatang.

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar isi	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah	ix
Sambutan Direktur Jenderal Badan Tenaga Atom Nasional	xi

MAKALAH UNDANGAN

Peranan sains dan teknologi nuklir dalam menunjang pertumbuhan industri dan pengelolaan lingkungan PROF. DR. AZHAR DJALOEIS	1
Program riset unggulan strategis nasional DR. MOHAMMAD RIDWAN	9

BUKU I : PROSES RADIASI, INDUSTRI, DAN LINGKUNGAN

Karakteristik kopolimer tempel LDPE-g-PDMAEA MIRZAN T. RAZZAK, A. WIDADI, DARSONO, dan SITI SOEDARINI	13
<u>Crosslinking</u> dan degradasi polietilen oksida dalam larutan air dengan radiasi sinar gamma ZAINUDDIN	21
Kopolimerisasi cangkok 4-vinil piridin pada serat polipropilen dengan metode peroksidasi se-cara iradiasi untuk penukar ion ITA YULITA, ENDANG ASIJATI W., MIRZAN T. RAZZAK, dan DARSONO	29
Efek iradiasi terhadap kompon polietilen densitas rendah ANIK SUNARNI, ISNI MARLIJANTI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT T.M.	35
Pengaruh <u>flame retardant</u> terhadap kecepatan nyala pada kompon polietilen ISNI MARLIJANTI, ANIK SUNARNI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT TRIMUL-YADI	41
Pengaruh berat molekul oligomer uretan akrilat dan monomer reaktif pada sifat perekat peka tekanan DARSONO, T. SASAKI, YANTI SABARINAH SOEBIANTO, dan MIRZAN T. RAZZAK ..	45
Analisis spektrum NMR proton emulsi karet alam metil metakrilat KRISNA LUMBANRAJA, KADARIJAH, SUDIRMAN, dan BUNJAMIN	53
Identifikasi gugus fungsi kopolimer karet alam-stiren iradiasi berbahan pemeka normal butil akrilat dengan FTIR dan NMR KADARIJAH, SRI PUJIASTUTI, dan MARGA UTAMA	61
Sifat kelistrikan film karet dari kopolimer lateks karet alam stiren hasil iradiasi MADE SUMARTI K., JUNE MELLAWATI, dan MARGA UTAMA	67

Analisis residu monomer dalam kopolimer KA-St dan KA-MMA dengan kromatografi gas. HERWINARNI, MARGA UTAMA, MADE SUMARTI, dan RISWIYANTO	73
Pengaruh struktur monomer pada hasil impregnasi dan polimerisasi radiasi kayu karet (<i>Hevea brasiliensis</i> Muell. Agr.) NURWATI HABIB, AGUS ISMANTO, dan MARGA UTAMA.	81
Kualitas bambu betung (<i>Dendrocalamus asper</i>) yang diimpregnasi polimerisasi radiasi dengan stirena MARGA UTAMA, Y.S. HADI, I. WAHYUDI, F. FEBRIANTO, A. RUSLIADI, dan A. JUNAEDI	87
Sifat-sifat lapisan poliester akrilat hasil iradiasi dengan sinar ultraviolet SUGIARTO DANU, MARSONGKO, M. ARDIARTSI, dan J.K. JULIATI	93
Kopolimerisasi asam laktat dengan beta-propiolakton tanpa katalisator SUHARNI SADI, MASAHARU ASANO, dan MINORU KUMAKURA	101
Karakterisasi hidrogel poli(vinilalkohol) yang dikopolimerisasi radiasi dengan N-isopropil akrilamida ERIZAL, SUNARKO, BASRIL A, DARMAWAN D., R. CHOSDU, dan HASAN R.	109
Studi sifat kompatibilitas darah dan sifat kimia pembalut luka hidrogel poli vinil pirolidon (PVP) DARMAWAN DARWIS, RAHAYU CHOSDU, dan NAZLY HILMY	117
Pengaruh iradiasi gamma pada kualitas sediaan kosmetika bayi RAHAYUNINGSIH CHOSDU, DARMAWAN, dan ERIZAL	123
Studi air tanah di dataran aluvial Tangerang dengan pendekatan geohidrologi dan isotop lingkungan SIMON MANURUNG, NITA SUHARTINI, dan ALI ARMAN LUBIS	129
Studi air tanah dangkal PPTA Pasar Jumat dengan isotop alam BAROKAH ALIYANTA, SYAFALNI, DJIONO, dan WIBAGYO	139
Penentuan suhu reservoir panas bumi dengan metode geotermometer isotop ZAINAL ABIDIN, WANDOWO, INDROJONO, DJIONO, ALIP, dan EVARISTA	147
Penentuan rasio isotop $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ standar kerja J-1 dengan spektrometer massa EVARISTA RISTIN P.I., ZAINAL ABIDIN, dan DJIONO	155
Metode flow velocity untuk mengukur debit aliran dan menguji kurva distribusi waktu tinggal dengan model bejana berderet SUGIHARTO, INDROJONO, KUSHARTONO, PUGUH MARTYASA, DJOLI SUMBOGO, dan SLAMET SUTIKNO	161
Studi potensi mata air di Cimelati dengan metode hidrologi isotop SYAFALNI, SIMON MANURUNG, MURSANTO, DJIONO, dan TOMMY HUTABARAT	171
Pengaruh penyepuhan permukaan lumpur terhadap sifat fisik lumpur alam NITA SUHARTINI, SUWIRMA S., TARYONO, dan DARMAN	177
Pembuatan kaca bertanda ^{46}Sc untuk studi pergerakan sedimen MADE SUMATRA, INDROJONO, NITA SUHARTINI, JUNE MELLAWATI, dan SAID ADAM	185

Estimasi pembentukan ozon di dalam ruang iradiasi mesin berkas elektron
PUGUH MARTYASA, dan H SUNAGA

189

BUKU II : PERTANIAN

Evaluasi daya hasil galur padi sawah OBS-1647/PsJ
MUGIONO

13

Pemetaan gen Gametophyte (ga-2,ga-3) pada RFLP linkage map tanaman padi
SOBRIZAL

19

Variasi somaklonal seleksi umur genjah dari galur mutan padi (*Oryza sativa* L.) varietas Sen-
tani
ITA DWIMAHYANI dan ISHAK

25

Ketahanan terhadap penyakit karat daun (*Phakopsora pachirizi* Syd.) dua galur mutan kedelai
genjah no. 157/Psj dan no 325/Psj dibandingkan Varietas Lokon serta Tidar
RIVAIE RATMA, dan ACHMAD NASROH KUSWADI

31

Seleksi *in vitro* untuk ketahanan asam dan aluminium pada tanaman kedelai
DAMERIA HUTABARAT, dan RIVAIE RATMA

37

Keefektifan simbiotik sejumlah strain Bradyrhizobium pada galur mutan kedelai di lahan masam
GANDANEGARA, S., HARSOYO, dan HENDRATNO

43

Korelasi beberapa sifat komponen hasil dengan berat polong isi kacang tanah
KUMALA DEWI, MASRIZAL, dan M. ISMACHIN

49

Seleksi lanjutan pada populasi galur mutan tanaman gandum untuk perbaikan produksi biji
SOERANTO H.

53

Pengaruh iradiasi gamma pada eksplan terhadap regenerasi tanaman pisang (*Musa sp.*) varietas
Ambon Kuning
ISHAK, BOB JAYA BUANA PUTRA, dan ISMIYATI S.

59

Peningkatan keragaman genetik tanaman nilam melalui kultur kalus dan iradiasi
IKA MARISKA, HOBIR, ENDANG GATI, dan DELIAH SESWITA

65

Mikropropagasi nilam penampakan khimera hasil radiasi pada kalus
DELIAH SESWITA, IKA MARISKA, dan ENDANG GATI

73

Enkapsulasi dan daya regenerasi tanaman nilam khimera pengaruh radiasi dan kalus
ENDANG GATI, IKA MARISKA, dan DELIAH SESWITA

79

Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan dan produksi jahe
SITTI FATIMAH SYAHID., IKA MARISKA, dan YADI RUSYADI

83

Penggunaan batang bawah klonal pada pembibitan durian dan mangga
ISMIYATI SUTARTO, M. JAWAL A.S., ELLINA MANSYAH dan SOERTINI GANDANE-
GARA

89

Serapan hara P oleh tanaman padi pada beberapa jenis tanah yang dipengaruhi pemberian pupuk hijau kacang panjang HARYANTO dan IDAWATI	95
Serapan hara dan pertumbuhan padi sawah sehubungan dengan status unsur P pada tanah Pusakanegara IDAWATI, HARYANTO, dan HAVID RASJID	103
Penggunaan fosfat alam sebagai pupuk P pada budi daya padi sawah HAVID RASJID, ELSJE L. SISWORO, dan WIDJANG H. SISWORO	111
Serapan P tanaman padi yang diberi $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ dan pupuk kandang M.M. MITROSUHARDJO, dan AFDHAL FIRDAUS	117
Upaya peningkatan produksi kedelai dan jagung melalui aplikasi mulsa dan lembaran plastik penutup tanah AFDHAL FIRDAUS, dan M.M. MITROSUHARDJO	123
Tanggapan dua varietas kedelai terhadap cara pengolahan lahan dinyatakan dalam berbagai parameter nitrogen tanaman SRI HARTI SYAUKAT, JOHANNIS WEWAY, dan ELSJE L. SISWORO	129
Penggunaan lapisan Azolla pada padi sawah serta pengaruhnya terhadap efisiensi N urea JOHANNIS WEMAY, ELSJE L. SISWORO, HAVID RASJID, dan WIDJANG H. S.	137
Efisiensi serapan unsur N-urea bertanda ^{15}N dan proporsi fiksasi N setelah pemetikan kotiledon pada budi daya basah kedelai SHOLEH AVIVI, W.Q. MUGNISJAH, K. IDRIS, dan E.L. SISWORO	147
Kemungkinan penggunaan urea bertanda ^{15}N bagi penentuan efisiensi pupuk N pada tanaman kelapa sawit LUQMAN ERNINGPRADJA, M.M. SIAHAAN, Z. POELOENGAN, dan ELSJE L. SIS- WORDO	153
Efisiensi transpirasi tanaman Chickpea THOMAS dan M.M. MITROSUHARDJO	161
Serapan radiofosfor ^{32}P dan radioseng ^{65}Zn pada tanaman cabe (<i>Capsium annum</i> L.) yang di- tanam pada larutan hidroponik T. SUGIYANTO	167
Peranan jasad renik pelarut fosfat dalam meningkatkan keefisienan pupuk P dan pertumbuhan tebu M. EDI PREMONO, I. ANAS, G. SOEPARDI, R.S. HADIOETOMO, S. SAONO, dan W.H. SISWORO	177
Variasi ketahanan beberapa galur mutan kacang hijau <i>Vigna radiata</i> L. terhadap hama ulat grayak <i>Spodoptera litura</i> F. A. N. KUSWADI, R. SUMANGGONO, dan D. SUPRIYATNA	187

BUKU III: PETERNAKAN, BIOLOGI, DAN KIMIA

Pengaruh temperatur lingkungan pada konsumsi, pencernaan ransum, dan tingkat kebuntingan sapi peranakan ongole (PO), serta pengaruh pemberian mikroba terpilih pada tingkat kebuntingan Sapi Sumba Ongole (SO) M. WINUGROHO, Y. WIBISONO, dan M. SABRANI	13
Penampilan reproduksi domba Merino berlaktasi setelah kelahiran (<u>post partum</u>) yang diberi suplementasi urea dan protein langsung (<u>bypass</u>) T. TJIPTOSUMIRAT dan G.N. HINCH	19
Kemanfaatan hijauan leguminosa pohon dan protein <u>bypass</u> sebagai pakan ternak ruminansia SUHARYONO, BINTARA H.S., ACHMAD S., dan TITIN M.	25
Menggunakan ekstrak metanol daun enterolobium untuk meningkatkan fermentasi pakan dan massa bakteri dengan proses defaunasi protozoa rumen pada kambing R. BAHAUDIN, A. SYAMSI, T. MARYATI, N. LELANINGTYAS, dan S. MARUSIN	31
Pelet kotoran ayam iradiasi sebagai pakan tambahan ikan gurami (<i>Osphronemus gouramy</i>) HARSOJO, L. ANDINI S., SUWIRMA S., dan NAZLY HILMY	37
Analisis darah domba yang diimunisasi dengan metaserkaria iradiasi melawan infeksi cacing <i>Fasciola gigantica</i> BOKY JEANNE TUASIKAL, ENING WIEDOSARI, dan SRI WIDJAJANTI	45
Daya perlindungan metaserkaria <i>Fasciola gigantica</i> yang diiradiasi di dalam melawan infeksi cacing pada domba WIEDOSARI, E., S. WIJAYANTI, dan B.J. TUASIKAL	49
Penggunaan nisbah albumin/globulin dan total fraksi protein untuk pendugaan terjadinya kekebalan pada domba SUKARDJI PARTODIHARDJO	53
Studi tanggap kebal pada marmut dan kelinci yang diinokulasi dengan <i>Tripanosoma evansi</i> MUCHSON ARIFIN, IRTISAM, SIGIT WITJAKSONO, dan SRI S. ANDAYANI	57
Kerusakan dan penyembuhan DNA <i>Deinococcus radiodurans</i> setelah diiradiasi ADRIA P.M. HASIBUAN, M. KIKUCHI, Y. KOBAYASHI, dan H. WATANABE	61
Sensitivitas isolat <i>Salmonella sp.</i> terhadap iradiasi, suhu, dan pH ANDINI, L.S., HARSOYO, ROSALINA S.H., dan SRI POERNOMO	69
Pertumbuhan jamur kayu pada beberapa limbah pertanian yang diiradiasi dengan sinar gamma DARMAWI, dan EDIH SUWADJI	77
Tanggapan pertumbuhan protokorm Anggrek <i>Dendrobium</i> terhadap dosis iradiasi sinar gamma SOERTINI SOEDJONO, NINA SOLVIA, dan SUSKANDARI	83
Pengaruh iradiasi neutron cepat terhadap metabolit kalus <i>Chrysanthemum morifolium</i> Linn. LUKMAN UMAR dan IRWANSJAH	89
Pengaruh iradiasi gamma terhadap penguraian dan penghilangan zat warna disperse blue dalam larutan air AGUSTIN S.M. BAGYO, WINARTI ANDAYANI, dan SURTIPANTI SADJIRUN	95

Pengaruh iradiasi, penambahan <u>sludge</u> kelapa sawit, dan $Al_2(SO_4)_3$ pada zat warna dispersi orange-25 dalam air WINARTI ANDAYANI, AGUSTIN SUMARTONO, dan SURTIPANTI S.	103
Akumulasi, distribusi, dan toksisitas Cd terhadap ikan lele (<i>Clarias batrachus</i>) dalam air YUMIARTI, JUNE MELLAWATI, dan SUWIRMA S.	109
Studi pengaruh pakan terhadap kontribusi mineral dalam darah dan organ hewan JUNE MELLAWATI, SUHARYONO, dan SURTIPANTI S.	115
Penentuan unsur dalam beberapa bahan acuan standar dari IAEA dengan spektrometer pendar sinar-X YULIZON MENRY, JUNE MELLAWATI, dan YUMIARTI	123
Penyerapan dan distribusi monokrotofos dalam tanaman kacang hijau pada fase vegetatif dan generatif M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO	133
Studi perilaku residu karbaril (1-naftil-N-metilkarbamat) dalam tanah dengan teknik perunut ^{14}C ERRY ANWAR dan M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO	137
Pembuatan formula dan pelepasan terkendali insektisida aseptat ^{14}C menggunakan matriks zeolit dan penerapannya SOFNIE M. CHAIRUL, SULISTYATI, M.M., dan ULFA TAMIN	145
Aplikasi formulasi pelepasan terkendali karbofuran- ^{14}C pada tanaman tomat ULFA TAMIN, SOFNIE M. CHAIRUL, dan M. SULISTYATI	151
Memacu aktivitas sistem SOS- <i>Escherichia coli</i> teradiasi neutron cepat dengan dapar fosfat dan natrium klorida IRWANSYAH	157

KARAKTERISASI HIDROGEL POLI(VINILALKOHOL) YANG DIKOPOLIMERISASI RADIASI DENGAN N-ISOPROPIL AKRILAMIDA

Erizal*, Sunarko**, Basril A.*, Darmawan D*, R. Chosdu*, dan Hasan R.**

*Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

**Jurusan Farmasi, Universitas Indonesia

ABSTRAK

KARAKTERISASI HIDROGEL POLI(VINIL ALKOHOL) YANG DIKOPOLIMERISASI RADIASI DENGAN N-ISOPROPIL AKRILAMIDA. Telah dilakukan penelitian mengenai karakterisasi hidrogel polivinil alkohol (PVA) yang dikopolimerisasi-radiasi dengan n-isopropil akrilamida (NIPAAm). Larutan PVA dengan konsentrasi 5, 10, dan 15% (b/v) dicampur dengan larutan NIPAAm 5, 10, dan 15%, dihomogenkan, didinginkan pada suhu 40°C (16 jam), lalu diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 20, 30, 40, dan 50 kGy pada suhu 0°C. Nilai rata-rata air yang terserap dalam air suling, pada pH 2; 7,4; dan 10 serta ukuran diameter hidrogel terhadap perubahan suhu, fraksi gel, dan profil swelling-deswelling hidrogel pada rentang suhu 15—37°C dievaluasi. Didapatkan bahwa hidrogel PVA-ko-NIPAAm menunjukkan penurunan nilai air yang terserap dengan tajam dari suhu 15 hingga 37°C, baik dalam air suling maupun pada pH 2; 7,4; dan 10 dengan penurunan nilai air terserap sebesar 12,5 kali yang disertai penciutan ukuran diameter hidrogel 16 mm dan bentuk hidrogel berubah dari transparan menjadi opaque. Pada suhu > 37°C perubahan nilai rata-rata air yang terserap relatif kecil. Perubahan konsentrasi NIPAAm dan PVA serta dosis iradiasi tidak mengubah suhu kritis LCST dari hidrogel. Hidrogel PVA-ko-NIPAAm menunjukkan pola swelling-deswelling yang stabil pada rentang suhu 15—37°C. Fraksi gel dari hidrogel menaik dengan meningkatnya dosis iradiasi.

ABSTRACT

CHARACTERIZATION OF HYDROGEL POLY(VINYLALCOHOL) -CO- N-ISOPROPYL ACRYLAMIDE) PREPARED BY RADIATION INDUCTION. The PVA-co-NIPAAm hydrogel prepared by irradiation have been characterized. PVA solution with the concentration of 5, 10, and 15% b/v, were mixed with NIPAAm solution of 5, 10, and 15% b/v, homogenized, kept at -40°C for 16 h, then irradiated with the doses of 20, 30, 40, and 50 kGy at 0°C (ice). The swelling ratio in distilled water and at pH 2, 7.4, 10, and size of hydrogel at increasing temperature, gel fraction, and swelling-deswelling profile of hydrogel at temperature range of 15—37°C were evaluated. PVA-co-NIPAAm hydrogel showed a decreasing swelling ratio significantly 12.5 times with increasing temperature from 15 to 37°C even in distilled water and at pH 2, 7.4, and 10, which were followed by shrinking of hydrogel diameter 16 mm and the hydrogel became opaque, and the swelling ratio at temperatures > 37°C were relatively constant. The concentration of NIPAAm, PVA, and irradiation doses did not change LCST temperature of hydrogel. The swelling-deswelling profile of hydrogel was stable at a range of 15—37°C. With increasing doses, the gel fraction of PVA-co-NIPAAm increases.

PENDAHULUAN

Pada beberapa tahun belakangan ini, penelitian yang berkaitan untuk mendapatkan jenis hidrogel yang peka terhadap lingkungan misalnya peka terhadap perubahan pH, suhu, arus listrik, dan cahaya sedang dilakukan secara intensif (1—6). Hidrogel jenis ini sangat berguna dalam bidang farmasi, kesehatan, dan lingkungan. Karena hidrogel ini dapat digunakan untuk imobilisasi zat bioaktif antara lain enzim, sel, obat, dan juga dapat dipakai berulang kali dalam pemisahan suatu sistem campuran (2, 3, 5).

N-isopropil alkohol merupakan salah satu jenis monomer hidrofilik yang bentuk polimernya peka terhadap suhu. Kelemahan dari poli-(NIPAAm) ini adalah sangat rapuh, sehingga pemakaiannya relatif sukar. Oleh karena itu, perlu dikopolimerkan dengan suatu jenis materi lain, sehingga dapat membentuk suatu sistem matriks yang stabil (tidak rapuh, dapat dipakai berulang kali). Poli(vinil

alkohol) (PVA) merupakan salah satu kandidat yang dapat digunakan untuk mengkopolimerisasi NIPAAm, karena PVA juga hidrofilik dan peka terhadap iradiasi (7, 8).

Penelitian ini bertujuan untuk mengkopolimerisasikan PVA dengan NIPAAm dengan cara induksi polimerisasi radiasi untuk mendapatkan hidrogel yang peka terhadap perubahan lingkungan misalnya perubahan suhu.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Polivinil alkohol (PVA) buatan Kuraray, Jepang. Angka penyabunan 99,99 %. N-Isopropil Akrilamida buatan Kasei, Jepang. Metilen blue dan pereaksi lainnya adalah kualitas p.a.

Iradiasi Sampel. Larutan poli-(vinil alkohol) (PVA) dengan konsentrasi 5, 10, dan 15% (b/v) hasil pemanasan dalam autoklaf pada suhu 120°C selama 30 menit dalam botol ukuran 6 ml, selanjutnya dicampur dengan

larutan N-Isopropil Akrilamida (NIPAAm) dengan konsentrasi 5, 10, dan 15%, lalu dibuat homogen. Kemudian, campuran disimpan pada suhu -40°C selama 16 jam. Lalu diiradiasi dengan sinar gamma dalam iradiator IRPASE-NA pada dosis 20, 30, 40, dan 50 kGy pada suhu 0°C .

Pengujian Nilai Rata-Rata Air yang Terserap (Swelling Ratio). Matriks polimer hasil iradiasi dicuci dengan aseton untuk menghilangkan monomer yang sisa. Selanjutnya, dicuci dengan air suling, lalu direndam pada rentang suhu $15\text{--}50^{\circ}\text{C}$. Setelah perendaman pada suatu suhu pengujian selama 24 jam, air yang terdapat pada permukaan matriks dibersihkan dengan kertas tissue, lalu ditimbang (W). Pengujian air yang terserap pada suhu lainnya dilakukan sama pengerjaannya seperti yang di atas. Nilai rata-rata air yang terserap dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Nilai rata-rata air} = \frac{W_o - W}{W} \times 100 \dots\dots\dots 1$$

yang terserap

di mana:

W_o = berat hidrogel basah (g)

W = berat hidrogel kering (g)

Pengujian Fraksi Gel. Sampel hasil iradiasi pada dosis 20, 30, 40, dan 50 kGy (laju dosis 10 kGy/jam) dimasukkan dalam air suling, selanjutnya dipanaskan pada suhu 70°C selama 24 jam. Kemudian sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C hingga berat konstan. Lalu, matriks polimer kering ditimbang. Fraksi gel dihitung berdasarkan persamaan berikut:

$$\text{Fraksi gel (\%)} = \frac{\text{berat kering}}{\text{berat awal}} \times 100 \dots\dots\dots 2$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Gambar 1 disajikan hubungan antara nilai rata-rata air yang terserap terhadap suhu dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm diukur dalam air suling sebagai fungsi konsentrasi PVA. Terlihat bahwa dengan meningkatnya suhu dari 15 hingga 5°C , nilai rata-rata air yang terserap dari ketiga jenis hidrogel menurun dengan konsentrasi PVA 5, 10, 15% dan konsentrasi NIPAAm 15%, diiradiasi pada dosis 30 kGy, menurun dengan tajam sebesar 12,5 kali, dan pada suhu 37 hingga 50°C perubahan nilai rata-rata air yang terserap relatif kecil. Sedangkan penurunan nilai rata-rata air yang terserap pada hidrogel PVA hasil iradiasi pada dosis 30 kGy adalah sebesar 1,5 kali pada suhu 50°C . Terjadinya penurunan nilai rata-rata air yang terserap pada ketiga jenis hidrogel PVA-ko-NIPAAm disertai perubahan diameter dan bentuk seperti yang disajikan di Tabel 1. Terlihat bahwa dengan meningkatnya suhu hingga 37°C , diameter hidrogel menurun 16 mm dan bentuk hidrogel berubah dari transparan menjadi opaque. Penurunan nilai rata-rata air yang terserap pada rentang suhu sempit ($15\text{--}37^{\circ}\text{C}$) yang disertai perubahan bentuk dan diameter hidrogel dikenal sebagai hidrogel peka suhu (3, 4, 5). Suhu 37°C untuk hidrogel PVA-ko-NIPAAm merupakan suhu kritis

terendah dari hidrogel terlarut atau suhu LCST (lower critical solution temperature), karena pada suhu ini terjadi perubahan bentuk untuk hidrogel (transparan menjadi opaque). Terjadinya perubahan bentuk ini disebabkan penutupan ukuran pori-pori hidrogel.

Hubungan antara nilai rata-rata air yang terserap terhadap suhu hidrogel PVA-ko-NIPAAm sebagai fungsi konsentrasi NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 30 kGy disajikan di Gambar 2. Terlihat bahwa nilai rata-rata air yang terserap dari ketiga jenis hidrogel PVA-ko-NIPAAm pada rentang suhu $15\text{--}37^{\circ}\text{C}$, menurun dengan meningkatnya konsentrasi NIPAAm, sedang suhu kritis LCST relatif tidak berubah.

Pada Gambar 3 disajikan hubungan antara nilai rata-rata air yang terserap dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm sebagai fungsi dosis iradiasi. Terlihat bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi pada rentang suhu $15\text{--}37^{\circ}\text{C}$, nilai rata-rata air yang terserap menurun dan suhu kritis relatif tidak berubah. Hal ini mungkin disebabkan dengan meningkatnya dosis iradiasi hingga 50 kGy, derajat ikatan silang dalam hidrogel menaik sehingga ukuran pori matriks mengecil.

Hubungan nilai rata-rata air yang terserap dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm terhadap suhu yang diukur dalam lingkungan asam (pH 2), netral (pH 7,4), dan basa (pH 10) disajikan di Gambar 4, 5, dan 6. Terlihat bahwa suhu kritis dari hidrogel relatif tidak berubah baik pada pH 2; 7,4; maupun 10. Ini menunjukkan bahwa nilai rata-rata air yang terserap dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm tidak dipengaruhi oleh suasana lingkungan dari medium.

Pada Gambar 7 disajikan hubungan antara dosis iradiasi terhadap fraksi gel dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm. Terlihat, bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi, fraksi gel dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm menaik. Hal ini mungkin disebabkan dengan meningkatnya dosis iradiasi, derajat ikatan silang dalam hidrogel menaik.

Hubungan nilai rata-rata air yang terserap dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm terhadap waktu sebagai fungsi konsentrasi PVA, diukur dalam air suling pada rentang suhu $15\text{--}37^{\circ}\text{C}$ dan $37\text{--}15^{\circ}\text{C}$ disajikan di Gambar 8. Terlihat bahwa pada rentang suhu $15\text{--}37^{\circ}\text{C}$ dengan lama perendaman sampai 24 jam, terjadi penurunan nilai rata-rata air yang terserap dari ketiga hidrogel dengan tajam. Pada rentang suhu $37\text{--}15^{\circ}\text{C}$ dan pada waktu > 24 jam nilai rata-rata air yang terserap menaik kembali. Hal ini menunjukkan bahwa hidrogel bersifat reversibel.

Profil swelling-deswelling dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diukur pada rentang suhu $15\text{--}37^{\circ}\text{C}$ hingga pemakaian ulang 9 kali disajikan di Gambar 9. Terlihat bahwa profil swelling-deswelling dari hidrogel relatif tidak berubah hingga 9 kali pemakaian ulang. Hal ini menunjukkan bahwa hidrogel PVA-ko-NIPAAm dapat dipakai berulang kali dengan tidak mengalami perubahan bentuk.

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa poli(vinil alkohol) (PVA) dapat dikopolimerisasi radiasi

dengan N-isopropil akril amida (NIPAAm) membentuk hidrogel yang peka suhu. Hidrogel PVA-ko-NIPAAm mempunyai suhu kritis LCST pada 37°C. Penurunan nilai rata-rata air yang terserap pada suhu LCST diikuti dengan perubahan bentuk (transparan menjadi opaque). Perubahan konsentrasi NIPAAm Hidrogel (PVA-ko-NIPAAm) menunjukkan sifat reversibel pada pemakaian ulang dalam rentang suhu 15—37°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

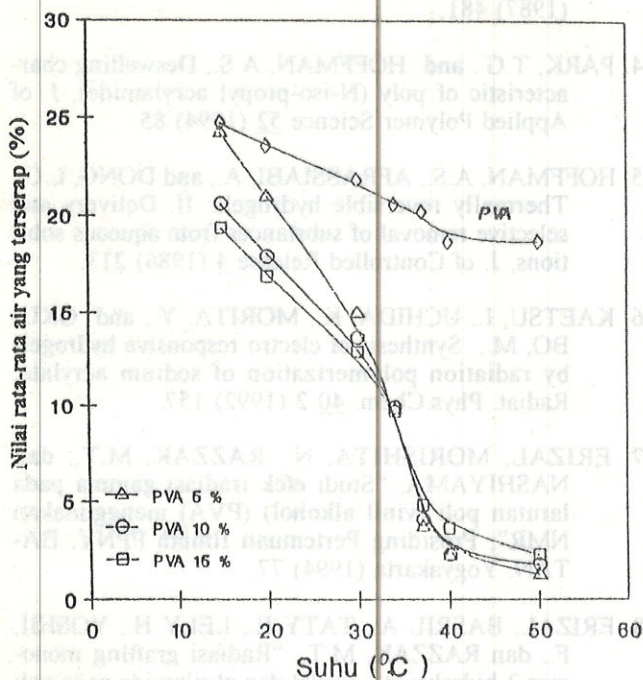
Ucapan terima kasih disampaikan pada rekan-rekan di IRPASENA yang telah memberikan bantuan untuk mengiradiasi sampel hingga penelitian ini selesai.

DAFTAR PUSTAKA

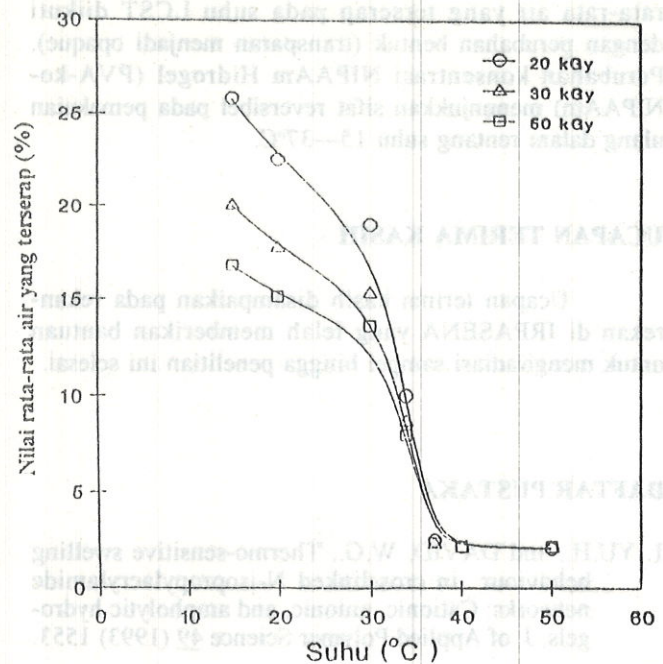
1. YU, H., and DAVID, W.G., Thermo-sensitive swelling behaviour in crosslinked N-isopropylacrylamide networks: Cationic, anionic, and ampholytic hydrogels, *J. of Applied Polymer Science* **49** (1993) 1553.
2. ZHA, M., HA, H., and WU, J., Radiation synthesis of water-soluble, temperature activated copolymers and applications in immobilization of proteins, *Radiat. Phys. Chem.* **42** (1993) 919.
3. BAE, Y.H., OKANO, T., HSU, R., and KIM, S.W., Thermo-sensitive polymers as on off switches for drug release, *Macromol. Chem. Rapid Commun.* **8** (1987) 481.
4. PARK, T.G., and HOFFMAN, A.S., Deswelling characteristic of poly (N-iso-propyl acrylamide), *J. of Applied Polymer Science* **52** (1994) 85.
5. HOFFMAN, A.S., AFRASSIABI, A., and DONG, L.C., Thermally reversible hydrogels: II. Delivery and selective removal of substances from aqueous solutions, *J. of Controlled Release* **4** (1986) 213.
6. KAETSU, I., UCHIDA, K., MORITA, Y., and OKUBO, M., Synthesis of electro responsive hydrogels by radiation polymerization of sodium acrylate, *Radiat. Phys. Chem.* **40** 2 (1992) 157.
7. ERIZAL, MORISHITA, N., RAZZAK, M.T., dan NASHIYAMA, "Studi efek iradiasi gamma pada larutan poli (vinil alkohol) (PVA) menggunakan NMR", *Prosiding Pertemuan Ilmiah PPNY, BATAN, Yogyakarta* (1994) 77.
8. ERIZAL, BASRIL A., TATY E., LELY H., YOSHII, F., dan RAZZAK, M.T., "Radiasi grafting monomer 2-hidroksi etil akrilat dan akrilamida pada poli (vinil formal)", *Aplikasi Isotop dan Radiasi dalam Bidang Industri, Pertanian, dan Lingkungan (Risalah Pertemuan Ilmiah Jakarta, 1993), BATAN, Jakarta* (1994) 87.

Tabel 1. Diameter rata-rata (mm) hidrogel PVA-ko-NIPAAm hasil iradiasi 30 kGy, setelah direndam dalam air suling pada beragam suhu. Konsentrasi PVA = 5, 10, 15% dan konsentrasi NIPAAm = 15%. Diameter awal hidrogel setelah iradiasi = 20 mm (sebelum direndam dalam air suling)

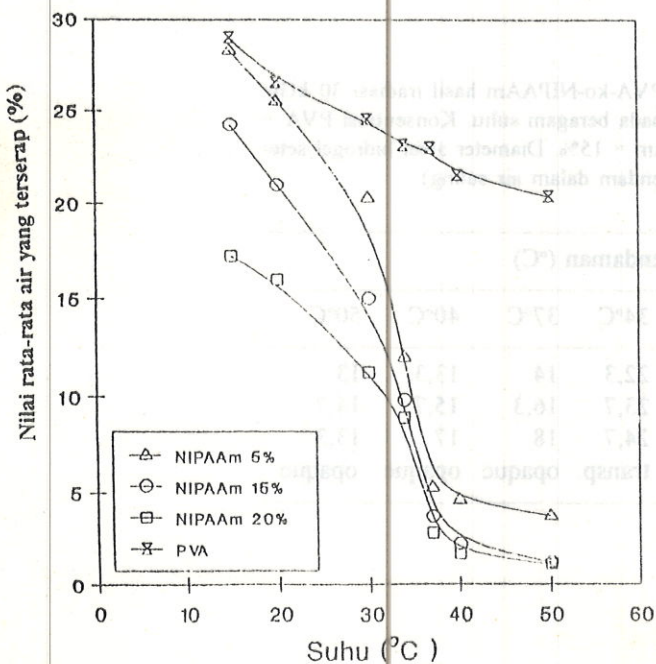
Konsentrasi PVA (%)	Suhu Perendaman (°C)						
	15°C	20°C	30°C	34°C	37°C	40°C	50°C
5	30,3	29,3	26,7	22,3	14	13,3	13
10	31,7	31	28	23,7	16,3	15,7	14,7
15	30	29	27,7	24,7	18	17	13,3
Bentuk	transp.	transp.	transp.	transp.	opaque	opaque	opaque



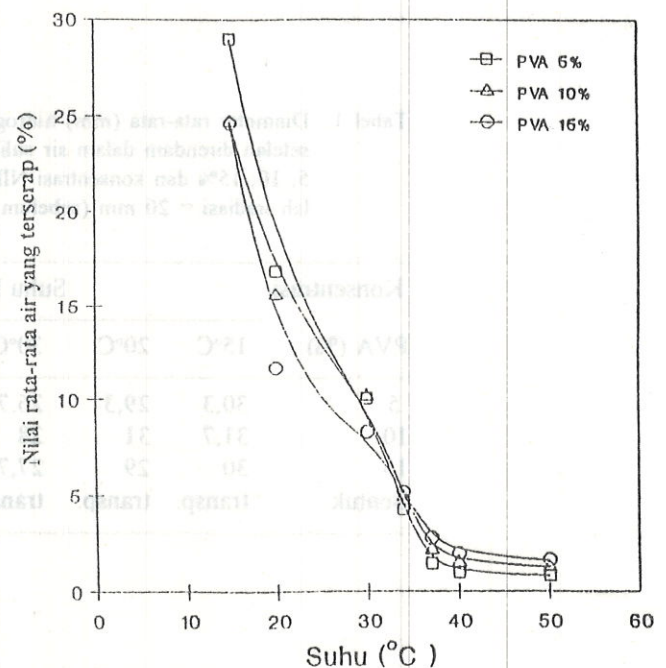
Gambar 1. Hubungan nilai rata-rata air yang terserap terhadap suhu hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 30 kGy. Konsentrasi PVA = 5, 10, dan 15%, dan konsentrasi NIPAAm = 15% diukur dalam air suling



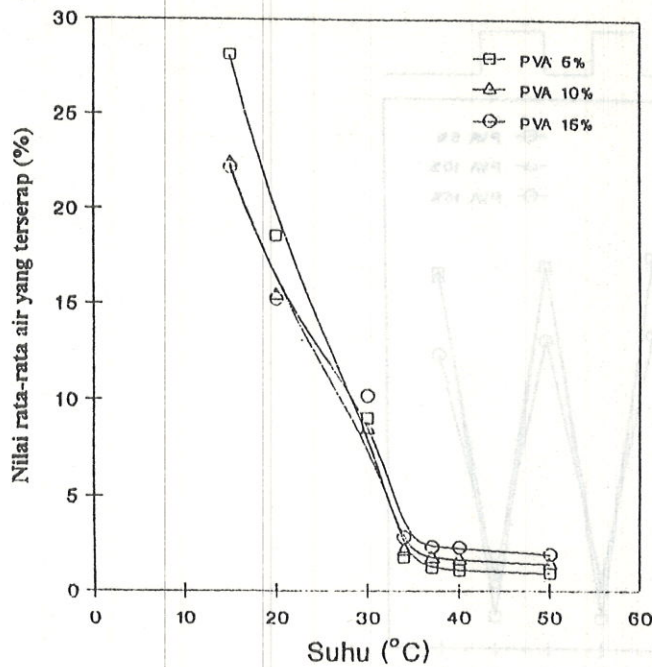
Gambar 3. Hubungan nilai rata-rata air yang terserap terhadap suhu hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 20, 30, dan 50 kGy. Konsentrasi PVA = 15%, NIPAAm = 10%, diukur dalam air suling



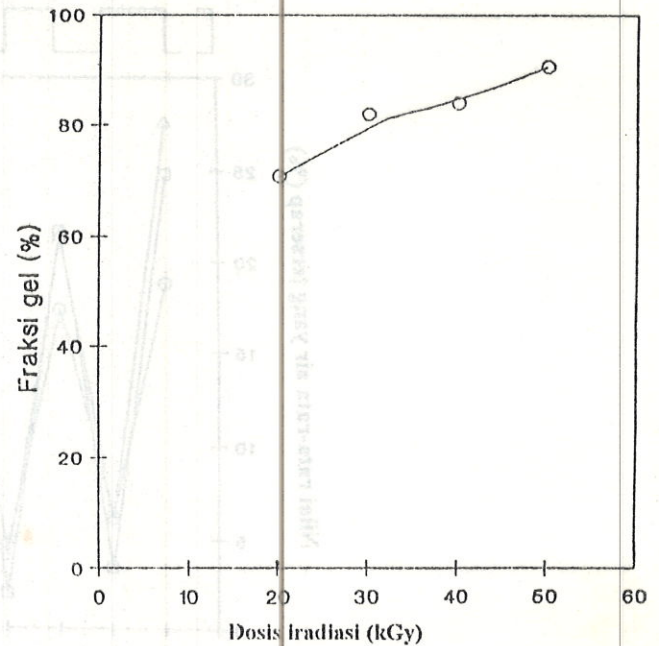
Gambar 2. Hubungan nilai rata-rata air yang terserap terhadap suhu hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 30 kGy dengan beragam konsentrasi NIPAAm, diukur dalam air suling



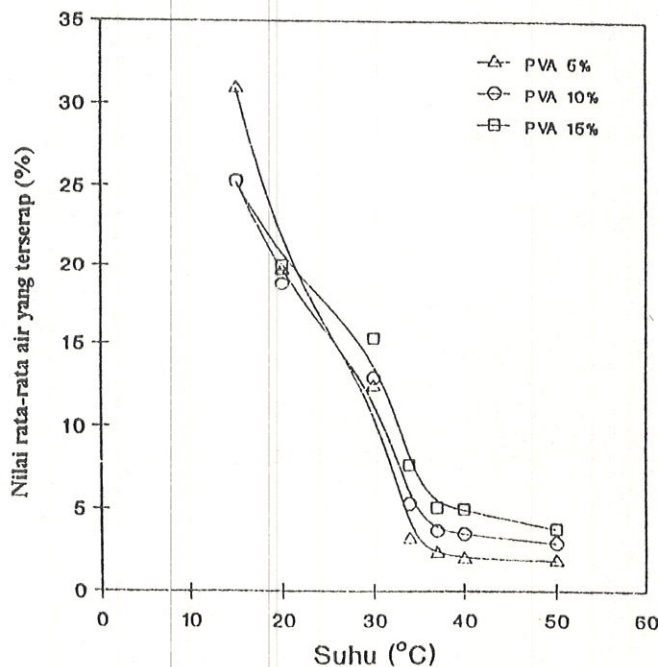
Gambar 4. Hubungan nilai rata-rata air yang terserap terhadap suhu hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 30 kGy. Konsentrasi PVA = 5, 10, dan 15%, dan konsentrasi NIPAAm = 15% diukur pada pH = 2



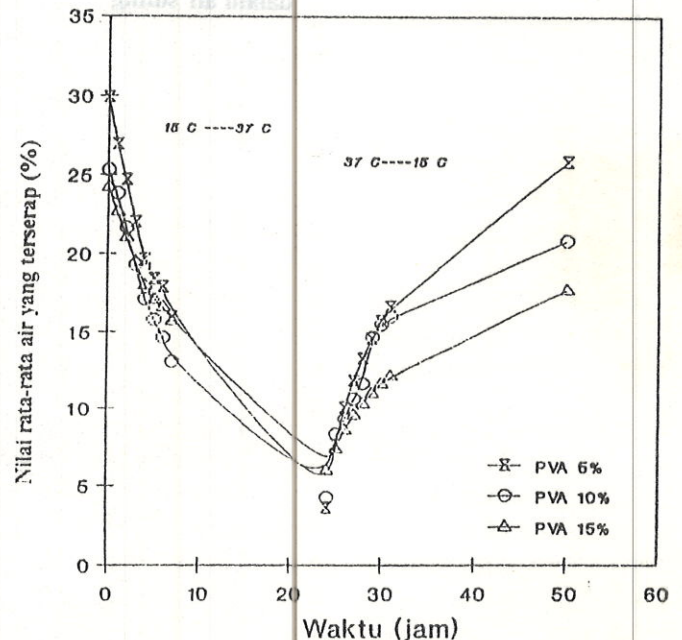
Gambar 5. Hubungan nilai rata-rata air yang terserap terhadap suhu hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 30 kGy. Konsentrasi PVA = 5, 10, dan 15%, dan konsentrasi NIPAAm = 15% diukur pada pH = 7,4



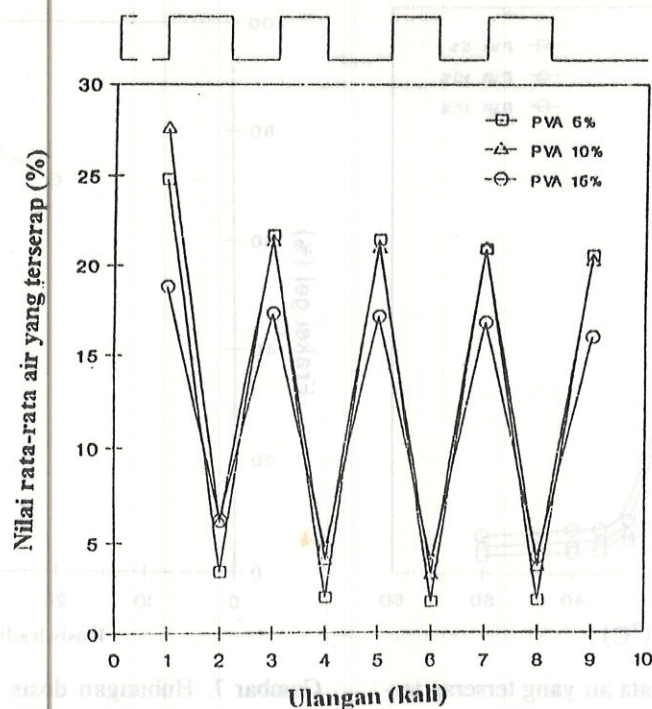
Gambar 7. Hubungan dosis iradiasi terhadap fraksi gel dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 20, 30, dan 50 kGy. Konsentrasi PVA = 15%, dan konsentrasi NIPAAm = 10%



Gambar 6. Hubungan nilai rata-rata air yang terserap terhadap suhu hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 30 kGy. Konsentrasi PVA = 5, 10, dan 15%, dan konsentrasi NIPAAm = 15% diukur pada pH = 10



Gambar 8. Hubungan nilai rata-rata air yang terserap terhadap waktu dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm yang diiradiasi pada dosis 30 kGy. Konsentrasi PVA = 5, 10, dan 15%, dan konsentrasi NIPAAm = 15%. Pengujian dilakukan pada suhu 15—37°C dan 37—15°C dalam air suling



Gambar 9. Swelling-deswelling profil dari hidrogel PVA-ko-NIPAAm pada suhu 15–37°C. Konsentrasi PVA = 5, 10, dan 15%, dan konsentrasi NIPAAm = 15%, dosis iradiasi 30 kGy dan pengujian dilakukan dalam air suling

DISKUSI

KRISNA L.

Mengapa terjadi karakteristik berikut:

1. Penurunan yang tajam pada suhu 15—37°C?
2. Perubahan menjadi opaque?
3. Konsentrasi NIPAAm, PVA, dan dosis iradiasi tidak mempengaruhi suhu kritis LCST hidrogel?
4. Pada swelling-deswelling hidrogel menunjukkan pola yang stabil?
5. Fraksi gel naik dengan naiknya dosis iradiasi?

ERIZAL

1. Kenaikan suhu dari 15—37°C, mengakibatkan terjadinya penurunan nilai rata-rata air yang terserap dengan tajam. Hal ini disebabkan pada kenaikan suhu 15—37°C, terjadi proses pemecahan ikatan hidrogen antara air dengan matriks polimer yang diikuti pengecilan pori-pori matriks.
2. Perubahan menjadi opaque dengan kenaikan suhu hingga suhu LCST. Hal ini disebabkan terjadinya perubahan struktur fisik matriks kopolimer (PVA-NIPAAm), yaitu terjadinya penebalan kulit hidrogel.
3. Konsentrasi NIPAAm, PVA, dan dosis iradiasi tidak mempengaruhi suhu kritis LCST hidrogel. Karena konsentrasi NIPAAm, PVA, dan dosis iradiasi tidak mempengaruhi suhu kritis LCST hidrogel. Hal ini disebabkan dominasi sifat suhu kritis LCST hidrogel (PVA-

NIPAAm) adalah dibawa oleh NIPAAm sendiri yang mempunyai karakteristik suhu LCST. Dengan demikian dapatlah dikatakan bahwa konsentrasi NIPAAm, PVA, dan dosis iradiasi bukanlah yang menyebabkan adanya LCST dari hidrogel.

4. Pada swelling-deswelling hidrogel menunjukkan pola yang stabil. Hal ini karena pola stabil ini disebabkan pada pemakaian ulang nilai rata-rata air yang terserap hidrogel relatif tidak berubah baik pada suhu 15 maupun 37°C.
5. Fraksi gel naik dengan naiknya dosis iradiasi. Hal ini disebabkan dengan menaiknya dosis, jumlah radikal yang terbentuk dan bereaksi meningkat, sehingga jumlah gel (fraksi gel) yang terbentuk meningkat pula.

SUGIARTO

Disebutkan bahwa metode kopolimerisasi dengan radiasi lebih unggul dibanding metode kimia. Dapatkah dijelaskan keunggulan dan kelemahan metode radiasi dibandingkan dengan metode kimia?

ERIZAL

Metode radiasi pengerjaannya relatif mudah, cepat, dan dapat dikontrol, tidak ada residu radiasi. Kelemahannya yaitu dibutuhkan biaya yang relatif mahal untuk membangun fasilitas iradiasi.

DISKUSI

NIPAAm) adalah diura oleh NIPAAm sendiri yang mempunyai karakteristik suhu LCST Dengan demikian dapatlah dikatakan bahwa konsentrasi NIPAAm, PVA dan dosis radiasi bukanlah yang menyebabkan adanya LCST dari hidrogel.

4. Pada swelling-deswelling hidrogel menunjukkan pola yang stabil. Hal ini karena pola stabil ini disebabkan pada pemaknaan nilai nilai rata-rata ini yang terdapat hidrogel relatif tidak berubah baik pada suhu 12°C maupun 37°C.

5. Fraksi gel naik dengan naiknya dosis radiasi. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya dosis jumlah radikal yang terbentuk dan berakibat meningkat sehingga jumlah gel (fraksi gel) yang terbentuk meningkat pula.

SUGESTO

Diperlukan bahwa metode kopolisimerisasi dengan radiasi lebih unggul dibanding metode kimia. Dapatlah dijelaskan keunggulan dan kelemahan metode radiasi dibandingkan dengan metode kimia.

REKAM

Metode radiasi pengeringannya relatif mudah, cepat dan dapat dikontrol, tidak ada residu radiasi. Kelemahannya yaitu dibutuhkan biaya yang relatif mahal untuk membangun fasilitas radiasi.

KRISNA I

Metode terdapat karakteristik berikut:

1. Peruntukan yang tajam pada suhu 12-37°C?
2. Perubahan menjadi opaque?
3. Konsentrasi NIPAAm, PVA dan dosis radiasi tidak mempengaruhi suhu kritis LCST hidrogel?
4. Pada swelling-deswelling hidrogel menunjukkan pola yang stabil?
5. Fraksi gel naik dengan naiknya dosis radiasi?

ERIZAL

1. Kritiskan suhu dari 12-37°C mengakibatkan terpaunya peruntukan nilai rata-rata air yang terdapat dengan tajam. Hal ini disebabkan pada keadaan suhu 12-17°C terjadi proses pemrosesan ikatan hidrogen antara air dengan matriks polimer yang diikuti dengan non-por matriks.
2. Perubahan menjadi opaque dengan kenaikan suhu hingga suhu LCST. Hal ini disebabkan terjadinya perubahan struktur dari matriks kopolimer (PVA-NIPAAm) yang terdapatnya perubahan kulit hidrogel.
3. Konsentrasi NIPAAm, PVA dan dosis radiasi tidak mempengaruhi suhu kritis LCST hidrogel. Karena konsentrasi NIPAAm, PVA dan dosis radiasi tidak mempengaruhi suhu kritis LCST hidrogel. Hal ini disebabkan karena suhu kritis LCST hidrogel (PVA-