

**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. Elsjje 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)

1. 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 menyebarkan 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

PENGANTAR

Keberhasilan pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Jatropha dan Kajian (APFORA) ke-8 yang diselenggarakan oleh Pusat Aplikasi Jatropha dan Kajian Badan Tenaga Nuklir Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1990 bertujuan untuk mengedukasikan informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang pertanian, industri, biologi, kedokteran, bioteknologi, 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 diadakan oleh IAIN yang peserta yang terdiri dari para ilmuwan dan peneliti serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintah, BUMN, dan swasta.

Tujuan pertemuan ilmiah ini dibahas dan masalah-masalah yang dibahas oleh pembicara sebagai berikut: Program Riset Unggulan Nasional, dan Program Sains dan Teknologi Nuklir dalam Menunjang Pertumbuhan Industri dan Pengelolaan Lingkungan Selanjutnya, serta masalah-masalah penelitian yang dibahas dalam tiga kelompok dan dipresentasikan secara paralel.

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

Peningkat

## 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<br>PROF. DR. AZHAR DJALOEIS ..... | 1 |
| Program riset unggulan strategis nasional<br>DR. MOHAMMAD RIDWAN .....   | 9 |

## BUKU I : PROSES RADIASI, INDUSTRI, DAN LINGKUNGAN

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

|   |     |
|---|-----|
| Analisis residu monomer dalam kopolimer KA-St dan KA-MMA dengan kromatografi gas.<br>HERWINARNI, MARGA UTAMA, MADE SUMARTI, dan RISWIYANTO .....  | 73  |
| Pengaruh struktur monomer pada hasil impregnasi dan polimerisasi radiasi kayu karet ( <u>Hevea brasiliensis</u> Muell. Agr.)<br>NURWATI HABIB, AGUS ISMANTO, dan MARGA UTAMA. ....                                    | 81  |
| Kualitas bambu betung ( <i>Dendrocalamus asper</i> ) yang diimpregnasi polimerisasi radiasi dengan stirena<br>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<br>SUGIARTO DANU, MARSONGKO, M. ARDIARTSI, dan J.K. JULIATI .....   | 93  |
| Kopolimerisasi asam laktat dengan beta-propiolakton tanpa katalisator<br>SUHARNI SADI, MASA HARU ASANO, dan MINORU KUMAKURA .....   | 101 |
| Karakterisasi hidrogel poli(vinilalkohol) yang dikopolimerisasi radiasi dengan N-isopropil akrilamida<br>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)<br>DARMAWAN DARWIS, RAHAYU CHOSDU, dan NAZLY HILMY .....   | 117 |
| Pengaruh iradiasi gamma pada kualitas sediaan kosmetika bayi<br>RAHAYUNINGSIH CHOSDU, DARMAWAN, dan ERIZAL.....   | 123 |
| Studi air tanah di dataran aluvial Tangerang dengan pendekatan geohidrologi dan isotop lingkungan<br>SIMON MANURUNG, NITA SUHARTINI, dan ALI ARMAN LUBIS .....  | 129 |
| Studi air tanah dangkal PPTA Pasar Jumat dengan isotop alam<br>BAROKAH ALIYANTA, SYAFALNI, DJIONO, dan WIBAGYO .....  | 139 |
| Penentuan suhu reservoir panas bumi dengan metode geotermometer isotop<br>ZAINAL ABIDIN, WANDOWO, INDROJONO, DJIONO, ALIP, dan EVARISTA .....   | 147 |
| Penentuan rasio isotop <sup>34</sup> S/ <sup>32</sup> S standar kerja J-1 dengan spektrometer massa<br>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<br>SUGIHARTO, INDROJONO, KUSHARTONO, PUGUH MARTYASA, DJOLI SUMBOGO, dan SLAMET SUTIKNO ..... | 161 |
| Studi potensi mata air di Cimelati dengan metode hidrologi isotop<br>SYAFALNI, SIMON MANURUNG, MURSANTO, DJIONO, dan TOMMY HUTABARAT.....   | 171 |
| Pengaruh penyepuhan permukaan lumpur terhadap sifat fisik lumpur alam<br>NITA SUHARTINI, SUWIRMA S., TARYONO, dan DARMAN .....  | 177 |
| Pembuatan kaca bertanda <sup>46</sup> Sc untuk studi pergerakan sedimen<br>MADE SUMATRA, INDROJONO, NITA SUHARTINI, JUNE MELLAWATI, dan SAID ADAM .....   | 185 |

|  |     |
|--|-----|
| Estimasi pembentukan ozon di dalam ruang iradiasi mesin berkas elektron<br>PUGUH MARTYASA, dan H SUNAGA .....  | 189 |
| <b>BUKU II : PERTANIAN</b>   |     |
| Evaluasi daya hasil galur padi sawah OBS-1647/PsJ<br>MUGIONO.....  | 13  |
| Pemetaan gen Gametophyte (ga-2,ga-3) pada RFLP linkage map tanaman padi<br>SOBRIZAL .....  | 19  |
| Variasi somaklonal seleksi umur genjah dari galur mutan padi ( <i>Oryza sativa</i> L.) varietas Sen-<br>tani<br>ITA DWIMAHYANI dan ISHAK .....   | 25  |
| Ketahanan terhadap penyakit karat daun ( <i>Phakopsora pachirizi</i> Syd.) dua galur mutan kedelai<br>genjah no. 157/Psj dan no 325/Psj dibandingkan Varietas Lokon serta Tidar<br>RIVAIE RATMA, dan ACHMAD NASROH KUSWADI ..... | 31  |
| Seleksi <u>in vitro</u> untuk ketahanan asam dan aluminium pada tanaman kedelai<br>DAMERIA HUTABARAT, dan RIVAIE RATMA .....   | 37  |
| Keefektifan simbiotik sejumlah strain Bradyrhizobium pada galur mutan kedelai di lahan masam<br>GANDANEGARA, S., HARSOYO, dan HENDRATNO .....  | 43  |
| Korelasi beberapa sifat komponen hasil dengan berat polong isi kacang tanah<br>KUMALA DEWI, MASRIZAL, dan M. ISMACHIN .....  | 49  |
| Seleksi lanjutan pada populasi galur mutan tanaman gandum untuk perbaikan produksi biji<br>SOERANTO H. ....  | 53  |
| Pengaruh iradiasi gamma pada eksplan terhadap regenerasi tanaman pisang ( <i>Musa sp.</i> ) varietas<br>Ambon Kuning<br>ISHAK, BOB JAYA BUANA PUTRA, dan ISMIYATI S. ....  | 59  |
| Peningkatan keragaman genetik tanaman nilam melalui kultur kalus dan iradiasi<br>IKA MARISKA, HOBIR, ENDANG GATI, dan DELIAH SESWITA .....   | 65  |
| Mikropropagasi nilam penampakan khimera hasil radiasi pada kalus<br>DELIAH SESWITA, IKA MARISKA, dan ENDANG GATI .....   | 73  |
| Enkapsulasi dan daya regenerasi tanaman nilam khimera pengaruh radiasi dan kalus<br>ENDANG GATI, IKA MARISKA, dan DELIAH SESWITA .....   | 79  |
| Pengaruh radiasi sinar gamma terhadap pertumbuhan dan produksi jahe<br>SITTI FATIMAH SYAHID., IKA MARISKA, dan YADI RUSYADI .....  | 83  |
| Penggunaan batang bawah klonal pada pembibitan durian dan mangga<br>ISMIYATI SUTARTO, M. JAWAL A.S., ELLINA MANSYAH dan SOERTINI GANDANE-<br>GARA .....  | 89  |

|  |     |
|--|-----|
| Serapan hara P oleh tanaman padi pada beberapa jenis tanah yang dipengaruhi pemberian pupuk hijau kacang panjang<br>HARYANTO dan IDAWATI .....   | 95  |
| Serapan hara dan pertumbuhan padi sawah sehubungan dengan status unsur P pada tanah Pusaanegara<br>IDAWATI, HARYANTO, dan HAVID RASJID.....  | 103 |
| Penggunaan fosfat alam sebagai pupuk P pada budi daya padi sawah<br>HAVID RASJID, ELSJE L. SISWORO, dan WIDJANG H. SISWORO .....   | 111 |
| Serapan P tanaman padi yang diberi $Ca_3(PO_4)_2$ dan pupuk kandang<br>M.M. MITROSUHARDJO, dan AFDHAL FIRDAUS .....  | 117 |
| Upaya peningkatan produksi kedelai dan jagung melalui aplikasi mulsa dan lembaran plastik penutup tanah<br>AFDHAL FIRDAUS, dan M.M. MITROSUHARDJO .....  | 123 |
| Tanggapan dua varietas kedelai terhadap cara pengolahan lahan dinyatakan dalam berbagai parameter nitrogen tanaman<br>SRI HARTI SYAUKAT, JOHANNIS WEWAY, dan ELSJE L. SISWORO .....                | 129 |
| Penggunaan lapisan Azolla pada padi sawah serta pengaruhnya terhadap efisiensi N urea<br>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<br>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<br>LUQMAN ERNINGPRADJA, M.M. SIAHAAN, Z. POELOENGAN, dan ELSJE L. SISWORO .....           | 153 |
| Efisiensi transpirasi tanaman Chickpea<br>THOMAS dan M.M. MITROSUHARDJO .....  | 161 |
| Serapan radiofosfor $^{32}P$ dan radioseng $^{65}Zn$ pada tanaman cabe ( <i>Capsium annum</i> L.) yang ditanam pada larutan hidroponik<br>T. SUGYANTO .....  | 167 |
| Peranan jasad renik pelarut fosfat dalam meningkatkan keefisienan pupuk P dan pertumbuhan tebu<br>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.<br>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)<br>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> )<br>T. TJIPTOSUMIRAT dan G.N. HINCH .....  | 19 |
| Kemanfaatan hijauan leguminosa pohon dan protein <u>bypass</u> sebagai pakan ternak ruminansia<br>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<br>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> )<br>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><br>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<br>WIEDOSARI, E., S. WIJAYANTI, dan B.J. TUASIKAL .....   | 49 |
| Penggunaan nisbah albumin/globulin dan total fraksi protein untuk pendugaan terjadinya kekebalan pada domba<br>SUKARDJI PARTODIHARDJO .....   | 53 |
| Studi tanggap kebal pada marmut dan kelinci yang diinokulasi dengan <i>Tripanosoma evansi</i><br>MUCHSON ARIFIN, IRTISAM, SIGIT WITJAKSONO, dan SRI S. ANDAYANI .....   | 57 |
| Kerusakan dan penyembuhan DNA <i>Deinococcus radiodurans</i> setelah diiradiasi<br>ADRIA P.M. HASIBUAN, M. KIKUCHI, Y. KOBAYASHI, dan H. WATANABE .....   | 61 |
| Sensitivitas isolat <i>Salmonella sp.</i> terhadap iradiasi, suhu, dan pH<br>ANDINI, L.S., HARSOYO, ROSALINA S.H., dan SRI POERNOMO .....   | 69 |
| Pertumbuhan jamur kayu pada beberapa limbah pertanian yang diiradiasi dengan sinar gamma<br>DARMAWI, dan EDIH SUWADJI .....   | 77 |
| Tanggapan pertumbuhan protokorm Anggrek <i>Dendrobium</i> terhadap dosis iradiasi sinar gamma<br>SOERTINI SOEDJONO, NINA SOLVIA, dan SUSKANDARI .....   | 83 |
| Pengaruh iradiasi neutron cepat terhadap metabolit kalus <i>Chrysanthemum morifolium</i> Linn.<br>LUKMAN UMAR dan IRWANSJAH .....   | 89 |
| Pengaruh iradiasi gamma terhadap penguraian dan penghilangan zat warna disperse blue dalam larutan air<br>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<br>WINARTI ANDAYANI, AGUSTIN SUMARTONO, dan SURTIPANTI S. .... | 103 |
| Akumulasi, distribusi, dan toksisitas Cd terhadap ikan lele ( <i>Clarias batrachus</i> ) dalam air<br>YUMIARTI, JUNE MELLAWATI, dan SUWIRMA S. ....                                     | 109 |
| Studi pengaruh pakan terhadap kontribusi mineral dalam darah dan organ hewan<br>JUNE MELLAWATI, SUHARYONO, dan SURTIPANTI S. ....   | 115 |
| Penentuan unsur dalam beberapa bahan acuan standar dari IAEA dengan spektrometer pendar sinar-X<br>YULIZON MENRY, JUNE MELLAWATI, dan YUMIARTI .....                                    | 123 |
| Penyerapan dan distribusi monokrotophos dalam tanaman kacang hijau pada fase vegetatif dan generatif<br>M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO .....   | 133 |
| Studi perilaku residu karbaril (1-naftil-N-metilkarbamat) dalam tanah dengan teknik perunut $^{14}C$<br>ERRY ANWAR dan M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO .....                              | 137 |
| Pembuatan formula dan pelepasan terkendali insektisida asefat $^{14}C$ menggunakan matriks zeolit dan penerapannya<br>SOFNIE M. CHAIRUL, SULISTYATI, M.M., dan ULFA TAMIN .....         | 145 |
| Aplikasi formulasi pelepasan terkendali karbofuran- $^{14}C$ pada tanaman tomat<br>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<br>IRWANSYAH .....   | 157 |

## ANALISIS SPEKTRUM NMR PROTON EMULSI KARET ALAM METIL METAKRILAT

Krisna Lumbanraja\*, Kadarijah\*, Sudirman\*\*, dan Bunjamin\*\*\*

\* Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

\*\* Pusat Penelitian Sains Materi, BATAN

\*\*\* Pusat Pendidikan dan Latihan, BATAN

### ABSTRAK

**ANALISIS SPEKTRUM NMR PROTON EMULSI KARET ALAM METIL METAKRILAT.** Telah dilakukan analisis spektrum resonansi magnetik inti (NMR) proton emulsi Karet Alam Metil Metakrilat (KA-MMA). Hal-hal yang diamati diantaranya adalah perubahan line width spektrum NMR yang diukur tiga kali masing-masing dengan selang waktu satu hari. Diperoleh bahwa untuk emulsi metil metakrilat (MMA) terjadi perubahan line width sedang untuk emulsi campuran KA-MMA tidak. Juga dilakukan pengukuran rasio intensitas emulsi MMA, karet alam (KA), dan campuran KA-MMA 25, 50, dan 75 psk terhadap air, yaitu dengan cara perhitungan dan dengan cara pengamatan integral parsial spektrum NMR. Untuk menganalisis fraksi MMA yang masuk ke dalam partikel KA dari ketiga macam emulsi campuran di atas telah dibuat sebuah program komputer untuk memisahkan komponen yang terdapat dalam spektrum NMR cuplikan tersebut. Diperoleh hasil bahwa proses swelling, yaitu MMA masuk ke dalam partikel KA dalam keadaan emulsi mulai teramati pada konsentrasi MMA 50 psk dengan fraksi MMA sebesar 0,027 mol dan rasio intensitas MMA dalam KA sebesar  $(0,027 \pm 0,00004)$ .

### ABSTRACT

#### ANALYSIS OF THE PROTON NMR OF NATURAL RUBBER METHYL METACRYLATE EMULSIONS.

The analysis of the proton-nuclear magnetic resonance (H-NMR) spectra of natural rubber methyl metacrylate (NR-MMA) emulsions has been carried out. Things that were observed are the change of the line width of the NMR spectra which were run three times in the range of one day each. It was found that the methyl metacrylate (MMA) emulsions' line width were change but for the one of NR-MMA emulsions were not. It was also measured the intensity ratio of the MMA, natural rubber (NR), and the mix of NR-MMA of 25, 50, and 75 phr of MMA emulsions in water which was using calculation method and the partial integral measurement of the spectra method. To analyze the MMA fraction which was penetrate to the NR particles of the three kinds of the mix emulsions mentioned above, the computer program has been made in order to separate a components of the NMR spectra of the samples. It gives that the swelling process which is the MMA penetrate to the NR particles in the emulsion state can be observed in the MMA concentration of 50 phr where the MMA fraction is 0.027 mol and the intensity ratio of MMA in NR is  $(0.027 \pm 0.00004)$ .

### PENDAHULUAN

Spektrum resonansi magnetik inti (NMR) resolusi tinggi bermanfaat dalam memberikan informasi mengenai struktur kimia suatu bahan dan gerak molekul pada bahan. Untuk kedua macam bahan berikut, yaitu metil metakrilat (MMA) dan karet alam (KA), struktur kimianya sudah cukup dikenal. Spektrum NMR dalam larutan pun sudah cukup mapan. Namun, data untuk larutan emulsi bahan tersebut di atas belum banyak diketahui, misalnya gerak molekul dalam partikel emulsi. Dalam makalah ini, spektrum NMR emulsi KA-MMA akan dianalisis.

### BAHAN DAN METODE

Eksperimen ini menggunakan bahan lateks yang berasal dari Perkebunan Pasir Waringin dengan kadar padatan +60% dan monomer metil metakrilat yang dihilangkan inhibitorynya dengan larutan NaOH 5%. Untuk

membuat emulsi lateks 30%, maka 50 gram lateks pekat tadi ditambah dengan 50 gram air. Selanjutnya, dibuat 3 macam emulsi MMA berkonsentrasi 25, 50, dan 75 psk (per seratus gram karet) dengan cara mengaduk campuran monomer MMA masing-masing seberat 7,5, 15, dan 22,5 ke dalam 8,5 air dan 0,1 asam oleat sebagai emulsifier. Ketiga macam konsentrasi emulsi MMA tersebut kemudian masing-masing ditambah dengan emulsi lateks 30%, sehingga diperoleh tiga macam campuran emulsi Karet alam metil metakrilat (KA-MMA) masing-masing dengan konsentrasi MMA 25, 50, dan 75 psk.

Enam macam cuplikan diambil spektrum NMR-nya, yaitu cuplikan 1. KA padat; 2. emulsi KA dengan kadar padatan 60%; 3. emulsi MMA konsentrasi 50 psk; dan 4—6. emulsi KA-MMA dengan tiga macam konsentrasi MMA, yaitu 25, 50, dan 75 psk. Pengukuran diulang 3 kali dalam selang waktu 1 hari dengan menggunakan spektrometer FT-NMR 90 MHz buatan Jeol-Jepang tipe FQ.90NM. Pelarutnya eksternal, yaitu kloroform-deuterium ( $\text{CDCl}_3$ ) ditambah tetra metil silan (TMS) sebagai acuan.

Selanjutnya, dicari nilai rasio intensitas pengamatan, yang diberi nama  $Sr(ops)$ , untuk tiap cuplikan (nomor 2 sampai dengan 6) terhadap intensitas air dalam cuplikan yang bersangkutan. Caranya adalah dengan spektrometer NMR diukur integral parsial masing-masing cuplikan dan integral parsial air yang dikandungnya kemudian dihitung rasionya.

Rasio intensitas perhitungan, yang diberi nama  $Sr$ , dapat dicari dengan rumus sebagai berikut:

$$Sr = Mr \times \frac{\text{Jumlah proton dalam cuplikan tanpa air}}{\text{Jumlah proton dalam air}} \dots 1$$

di mana

$$Mr = \text{Fraksi molar} = \frac{\text{Molar cuplikan tanpa air}}{\text{Molar air}} \dots 2$$

Sebagai contoh dihitung untuk cuplikan nomor 3, yaitu emulsi MMA konsentrasi 50 psk. Berat MMA = 15, dan berat molekulnya,  $M_w(MMA) = 5C + 8H + 2O = 5(12) + 8(1) + 2(16) = 100$ . Maka molarnya, yang diberi simbol  $M$ , adalah  $M(MMA) = 15/100 = 0,15$ . Dengan cara yang sama molar air,  $M(H_2O) = 8,5/18 = 0,47$ . Fraksi molar, yaitu  $Mr$  seperti rumus 2, adalah  $Mr = 0,15/0,47 = 0,32$ . Jumlah proton dalam MMA = 8 dan dalam  $H_2O = 2$ . Jadi, rasio intensitas perhitungan atau  $Sr$  seperti dalam rumus 1 adalah  $Sr = 0,32 \times 8/2 = 1,28$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Emulsi MMA Konsentrasi 50 psk.** Pada Gambar 1, yaitu spektrum untuk waktu pengukuran hari pertama, yaitu  $t_0$  terdapat empat puncak selain puncak air dan spinning side band. Pergeseran kimia relatif terhadap acuan TMS adalah pada 5,67; 5,17; 3,33; dan 1,53 ppm, yaitu masing-masing untuk puncak dari medan rendah ke tinggi berturut-turut adalah proton pada karbon berikatan ganda (doublet), gugus metil yang berkaitan dengan atom oksigen, dan gugus metil yang berkaitan dengan karbon berikatan ganda. (Lihat juga struktur kimia MMA pada Gambar 2).

Jika kita bandingkan spektrum untuk pengukuran pada hari pertama, kedua, dan ketiga, yaitu spektrum  $t_0$ ,  $t_1$ , dan  $t_2$  tampak perubahan pada lebar setengah puncaknya (line width), yaitu mula-mula mengecil kemudian melebar. Hal ini menunjukkan bahwa gerak molekul emulsi MMA berubah terhadap waktu.

### Emulsi KA-MMA

**1. Intensitas puncak.** Tabel 1 memberikan nilai rasio intensitas terhadap  $H_2O$  yang diperoleh dari perhitungan dan dari pengamatan spektrum NMR. Kedua nilai tersebut menunjukkan harga yang sangat mendekati. Berarti metode integrasi spektrum NMR yang diterapkan untuk menghitung rasio intensitas spektrum cukup dapat diandalkan.

Spektrum emulsi KA (Gambar 3c) memperlihatkan puncak yang lebar pada medan yang lebih tinggi dari-

pada puncak air. Puncak ini dapat dinyatakan sebagai gugus metil dan metilen pada KA yang mempunyai line width yang sangat besar. Pada Gambar 3a terlihat letak puncak-puncak metil dan metilen dari KA padatan dengan line width yang jauh lebih kecil daripada line width emulsi KA. Berarti gerak molekul partikel KA lebih cepat pada fase padat daripada pada fase larutan atau emulsi.

Pada bagian medan tinggi (ppm rendah) dari spektrum emulsi KA-MMA terdapat sebuah puncak lancip dan sebuah puncak lebar. Pada Gambar 4 ditunjukkan spektrum NMR proton emulsi KA-MMA dengan konsentrasi MMA 50 psk. Dengan membandingkan hal ini terhadap spektrum emulsi MMA, puncak lancip dapat dipasangkan sebagai gugus metil MMA yang terikat pada karbon berikatan rangkap (metil A pada Gambar 2). Puncak lebar dengan demikian dapat dipasangkan sebagai gugus metil (A) dan metilen (B,C) dalam KA.

Dengan mengasumsikan bahwa semua MMA muncul sebagai puncak lancip, maka rasio intensitas MMA terhadap KA,  $Sr$ , dapat dihitung sebagai berikut:

$$Sr = \frac{\text{Luas puncak lancip}}{\text{Luas puncak lebar}} = Mr \times 3/7 \dots 3$$

di mana:

$Mr$  = fraksi molar MMA terhadap KA

$$3/7 = \frac{\text{Jumlah proton pada MMA}}{\text{Jumlah proton pada KA}}$$

yang keduanya pada daerah medan tinggi. Dalam hal ini adalah metil pada MMA dan 2 metilen + 1 metil pada KA.

Untuk menghitung rasio intensitas pengamatan,  $Sr(ops)$ , telah dibuat sebuah program komputer yang memisahkan puncak lancip dengan puncak lebar. Diasumsikan bahwa kurva puncak memenuhi persamaan Gauss, dan puncak lebar terdiri dari dua komponen. Gambar 5a menunjukkan simulasi komputer spektrum emulsi KA-MMA konsentrasi MMA 50 psk untuk hal tersebut. Hasil perhitungan dan pengamatan rasio intensitas, masing-masing  $Sr$  dan  $Sr(ops)$ , dicantumkan dalam Tabel 2.

Nilai  $Sr(ops)$  pada kolom 4 Tabel 2 tidak sama dengan  $Sr$  hasil perhitungan pada Tabel 2 kolom 3. Hal ini menunjukkan asumsi di atas perlu diperbaiki, yaitu bahwa puncak lebar mengandung juga puncak MMA selain puncak KA.

Bila diasumsikan bahwa puncak lebar mengandung juga puncak MMA selain puncak KA, maka  $x$ , yaitu fraksi MMA yang berada dalam puncak lebar persamaannya dapat diturunkan dengan menggunakan rasio intensitas pengamatan sebagai berikut:

$$x = \frac{\text{MMA dalam puncak lebar}}{\text{total MMA}} \dots 4$$

$$Sr(ops) = \frac{3 (MMA) (1-x)}{7m(KA) + 3M (MMA)} \dots\dots\dots 5$$

$$x = \frac{3M(MMA) - 7Sr(ops)M(KA)}{3M(MMA) - 3Sr(ops)M(MMA)} \dots\dots\dots 6$$

Hasil perhitungan dengan komputer menggunakan asumsi terakhir ini menunjukkan kurva yang lebih menyerupai kurva aslinya, yaitu spektrum NMR seperti terlihat pada Gambar 5b, terutama pada daerah puncak yang melengkung. Pada daerah ini, nilai intensitas paling sensitif terhadap perubahan parameter line-width dan tinggi puncak di mana kedua parameter tersebut dipakai sebagai parameter yang diubah-ubah untuk maksud mendapatkan kurva yang paling sesuai dengan kurva aslinya.

Nilai x untuk ketiga macam emulsi campuran KA-MMA tertera dalam Tabel 2 kolom 6 yang dihitung dengan menggunakan nilai Sr(ops) untuk empat komponen KA dari komputer. Untuk nilai x negatif berarti tidak ada fraksi MMA yang masuk dalam KA. Menghitung jumlah mol MMA dalam KA dan rasio intensitas MMA dalam KA dapat dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Mol MMA dalam KA} = x M(MMA) \dots\dots\dots 7$$

Rasio intensitas =  $\frac{\text{Jumlah proton MMA pada puncak lebar MMA dalam KA}}{\text{Jumlah proton KA dalam puncak lebar}}$

$$\begin{aligned} &= \frac{3/9 [x M (MMA)] 8}{7/8 [M (KA)] 8} \\ &= 3/7 x \frac{M (MMA)}{M (KA)} \dots\dots\dots 8 \end{aligned}$$

Nilai x positif dapat dipakai untuk menghitung persamaan 7 dan persamaan 8 dan hanya berlaku untuk KA-MMA 50 dan 75 psk seperti tertera pada Tabel 2.

2. **Perubahan terhadap waktu.** Gambar 6 menunjukkan spektrum KA-MMA dalam tiga kali pengukuran dengan selang waktu satu hari. Pengamatan lang-

sung terlihat pada gambar tersebut yang menunjukkan bahwa lebar puncak spektrum tidak berubah. Berarti gerak molekul campuran KA-MMA tidak berubah terhadap waktu.

Nilai x positif berarti ada molekul MMA yang menembus ke dalam partikel KA, dan KA mengalami swelling sebagian oleh molekul MMA tersebut. Dari hasil perhitungan di atas berarti proses swelling pada keadaan emulsi baru teramati pada konsentrasi MMA 50 psk. Dari pengamatan secara visual proses swelling KA padat dengan MMA diperoleh nilai pada Tabel 3. Jika dibandingkan dengan KA padat terhadap Stiren pada psk yang sama (Tabel 3) maka tampak bahwa sifat MMA sukar larut terhadap KA dibanding dengan Stiren terhadap KA. (1).

Data kuantitatif line width dari perhitungan komputer dapat dipakai untuk menghitung waktu relaksasi spin-spin, T<sub>2</sub>, mengingat line width berbanding terbalik dengan T<sub>2</sub>. Pengamatan tentang perubahan T<sub>2</sub> pada suatu bahan dapat dipakai untuk menganalisis sifat kompatibilitas bahan KA terhadap MMA. Hal ini akan dibahas dalam makalah terpisah.

**KESIMPULAN**

Dari analisis emulsi KA-MMA tersebut di atas dapat ditarik kesimpulan, yaitu:

1. Emulsi MMA fungsi dari waktu mengalami perubahan line width, sebaliknya emulsi campuran KA-MMA tidak.
2. Dalam emulsi campuran KA-MMA 50 dan 75 psk dapat teramati proses swelling MMA pada KA dengan analisis spektrum NMR sedang pada 25 psk tidak.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Makalah ini sebagian besar mengacu kepada tulisan Hayakawa alm. dari JAERI, Takasaki, Jepang yang belum dipublikasikan; diberikan kepada penulis sebagai bimbingan melalui surat. Atas semua hal itu penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. MERRETT, F.M., Journal of Polym. Sci. 24 (1957) 467.

Tabel 1. Rasio intensitas terhadap H<sub>2</sub>O dalam perhitungan dan pengamatan

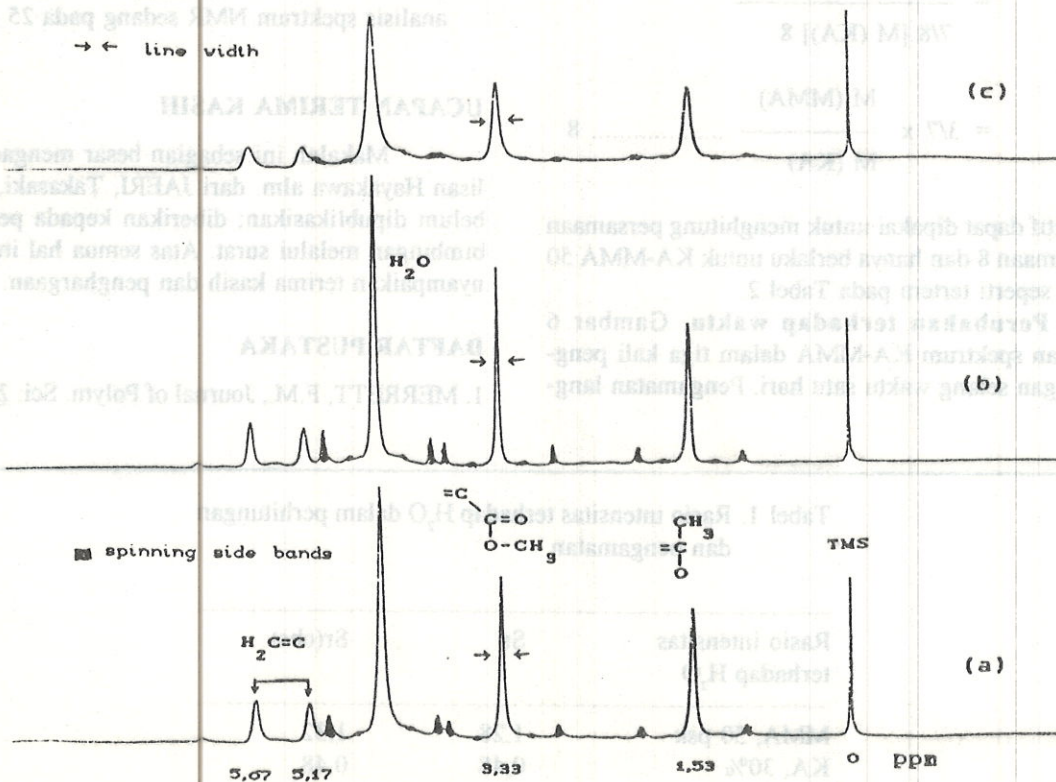
| Rasio intensitas terhadap H <sub>2</sub> O | Sr   | Sr(ops) |
|--|------|---------|
| MMA, 50 psk                                | 1,28 | 1,32    |
| KA, 30%                                    | 0,48 | 0,48    |
| KA.MMA 25 psk                              | 0,40 | 0,40    |
| 50 psk                                     | 0,48 | 0,49    |
| 75 psk                                     | 0,56 | 0,54    |

Tabel 2. Data analisis emulsi campuran KA-MMA 25, 50, dan 75

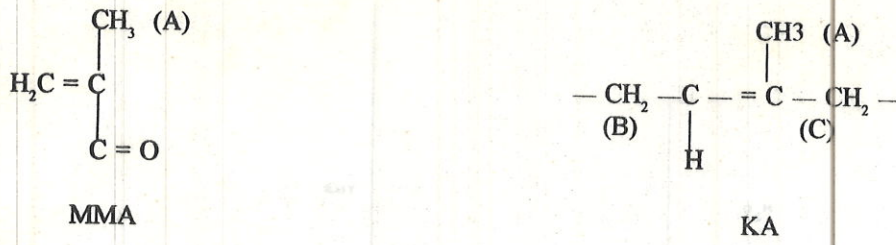
| psk | Mr   | Sr    | Sr(obs)<br>2 kom KA | Sr(obs)<br>4 kom KA | x      | MMA dalam<br>KA (mol) | Rasio<br>Intensitas |
|-----|------|-------|---------------------|---------------------|--------|-----------------------|---------------------|
| 25  | 0,17 | 0,073 | 0,143               | 0,096               | -0,330 | -                     | -                   |
| 50  | 0,34 | 0,146 | 0,208               | 0,116               | +0,185 | 0,027                 | 0,027 ± 0,00004     |
| 75  | 0,51 | 0,219 | 0,179               | 0,148               | +0,280 | 0,063                 | 0,061 ± 0           |

Tabel 3: Data visual swelling MMA dan stiren pada karet alam padat

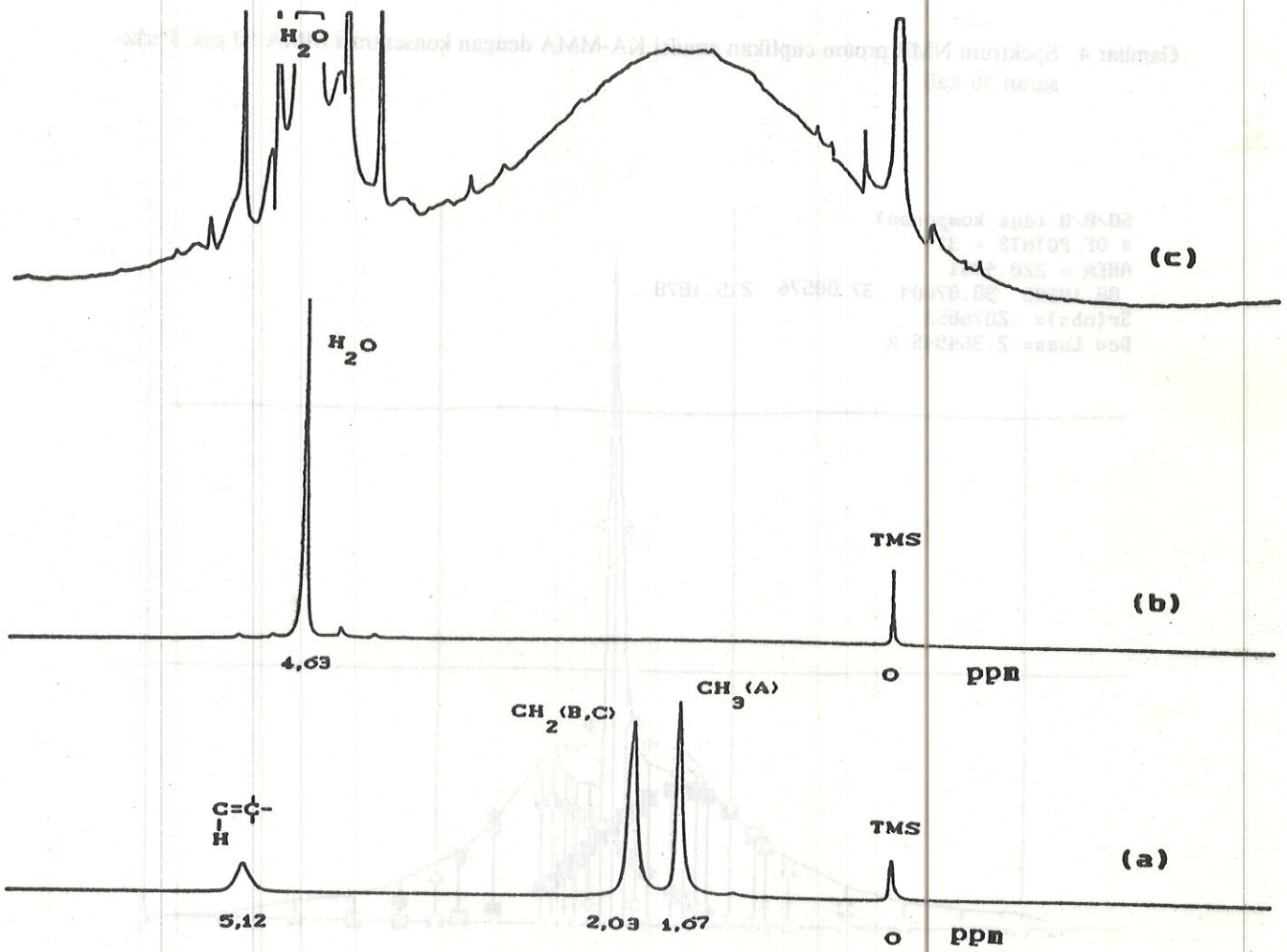
| psk | KA + MMA (%) | KA + Sti (%) |
|-----|--------------|--------------|
| 25  | 0            | 5            |
| 50  | 0            | 10           |
| 75  | 5            | 15           |
| 100 | 10           | tidak diukur |
| 150 | 17,5         | ..-          |
| 200 | 25           | ..-          |



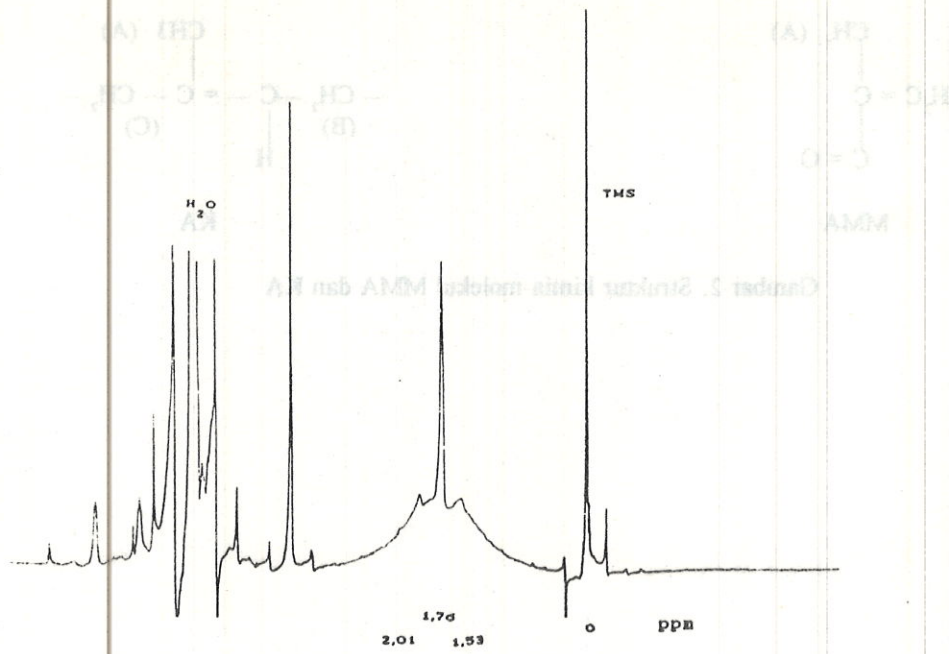
Gambar 1. Emulsi MMA konsentrasi 50 psk diukur 3 kali dengan selang waktu satu hari (a) t0, (b) t1, (c) t2



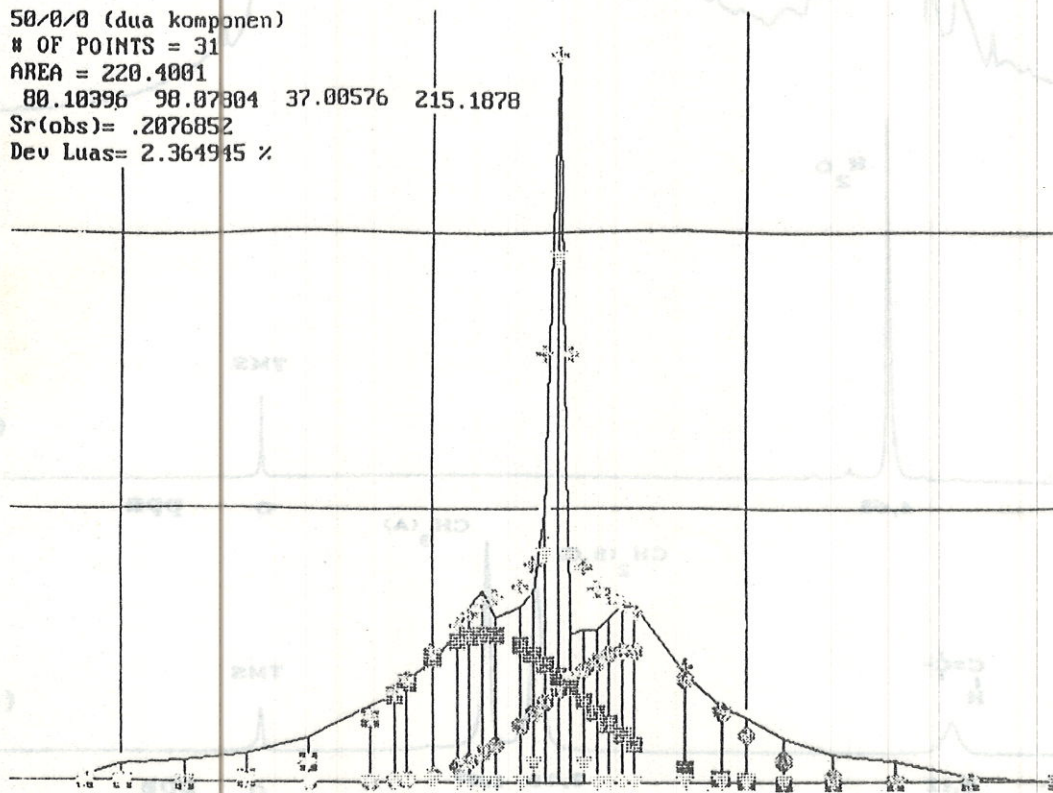
Gambar 2. Struktur kimia molekul MMA dan KA



Gambar 3. Spektrum KA (a) KA padat dengan perbesaran 1/2; (b) KA emulsi dengan perbesaran 1; (c) KA emulsi dengan perbesaran 50

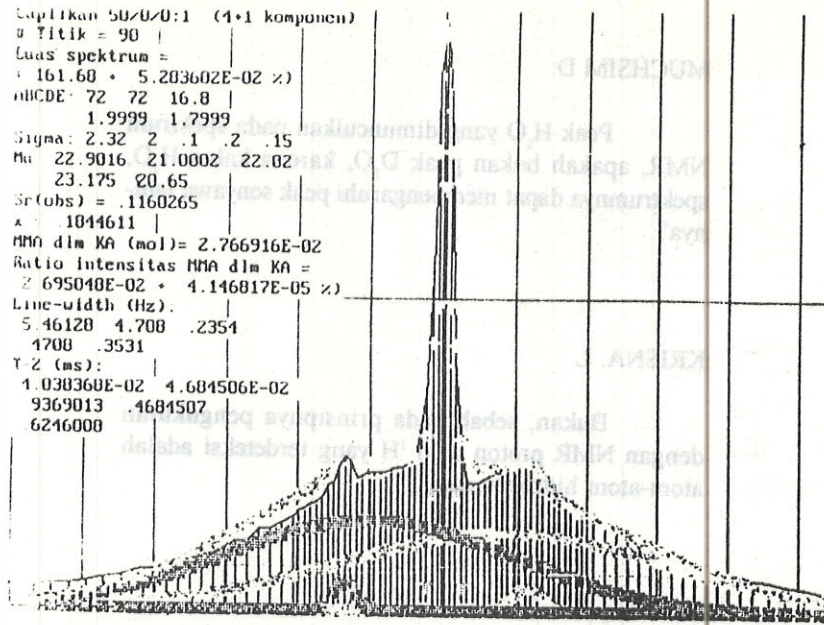


Gambar 4. Spektrum NMR proton cuplikan emulsi KA-MMA dengan konsentrasi MMA 50 psk. Perbesaran 50 kali

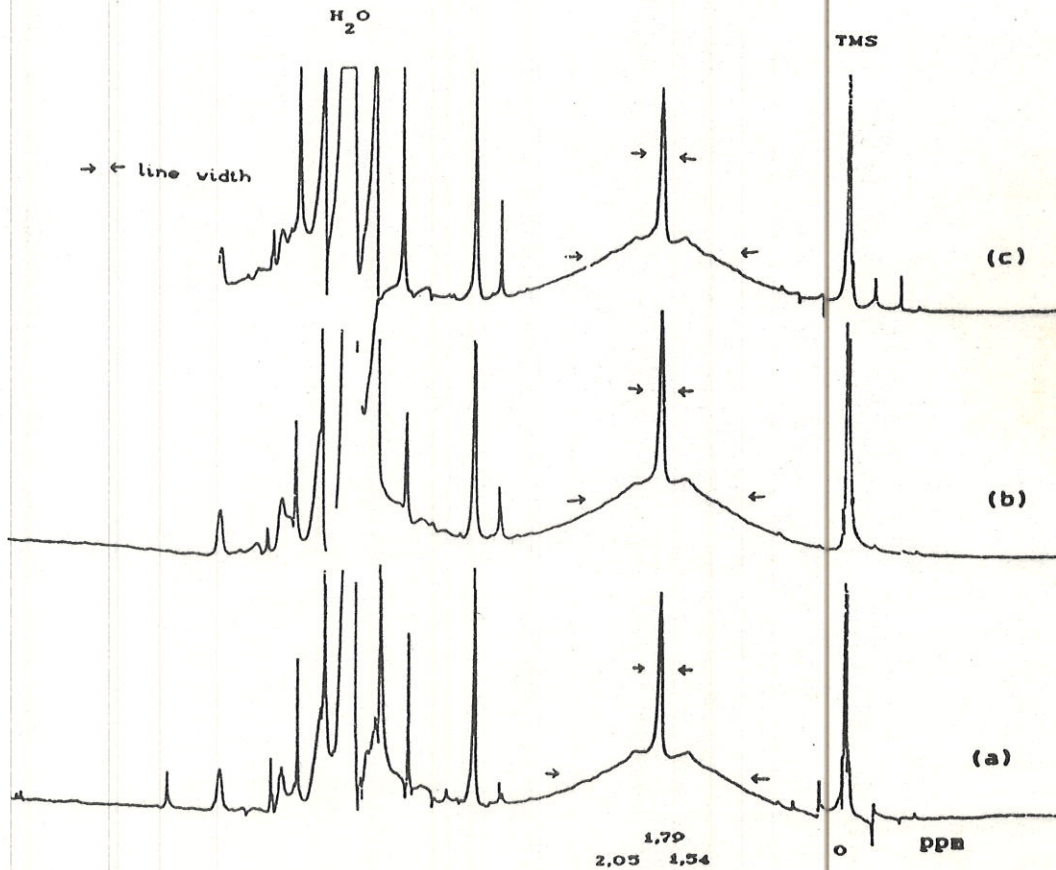


Gambar 5a. Simulasi komputer spektrum emulsi KA-MMA konsentrasi MMA 50 psk. Puncak lancip sebagai MMA, puncak lebar sebagai KA. Bentuk puncak Gaussian. Puncak KA hanya terdiri dari dua komponen





Gambar 5b. Simulasi komputer spektrum emulsi KA-MMA konsentrasi MMA 50 psk. Puncak lancip sebagai MMA, puncak lebar sebagai KA. Bentuk puncak Gaussian. Puncak KA terdiri dari empat komponen



Gambar 6. Spektrum NMR proton emulsi KA.MMA dengan konsentrasi MMA 25 psk diukur 3 kali masing-masing dengan selang waktu 1 hari. (a) t<sub>0</sub>, (b) t<sub>1</sub>, (c) t<sub>2</sub>. Tidak terjadi perubahan line width. Perbesaran kurvanya 50 kali

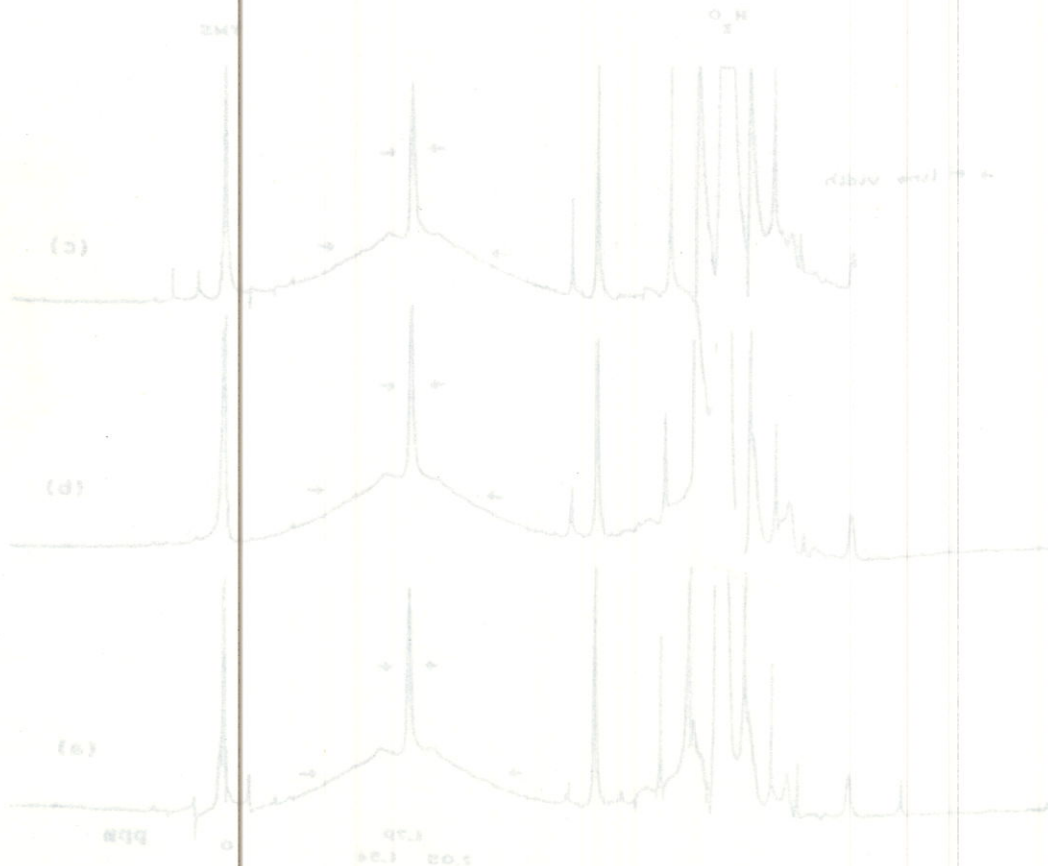
### DISKUSI

MUCHSIM D.

Peak H<sub>2</sub>O yang dimunculkan pada spektrum NMR, apakah bukan peak D<sub>2</sub>O, karena kalau H<sub>2</sub>O, spektrumnya dapat mempengaruhi peak senyawa lainnya?

KRISNA. L

Bukan, sebab pada prinsipnya pengukuran dengan NMR proton atau <sup>1</sup>H yang terdeteksi adalah atom-atom hidrogen saja.



Gambar 6. Spektrum NMR proton emulsi KA.MMA dengan konsentrasi MMA 22 g/l dikukur 3 kali masing-masing dengan selang waktu 1 hari: (a) 10; (b) 11; (c) 12. Tidak terjadi perubahan yang berarti. Perbandingan kurva (a) dan (b) adalah sebagai berikut: puncak KA (terdiri dari empat komponen) dan lebar sebagai KA. Bentuk puncak Gaussian. Puncak KA terdiri dari empat komponen.