

**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. Elsje 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 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

PENYANTAR

Sebagaimana pertemuan ilmiah sebelumnya, Pertemuan Ilmiah Aplikasi Jatropha dan Radasi (APISORA) ke-8 yang dilaksanakan oleh Pusat Aplikasi Jatropha dan Radasi Badan Tenaga Nuklir Nasional pada tanggal 8-9 Januari 1996 bertujuan untuk memperbaharui informasi dan hasil penelitian yang berkaitan dengan aplikasi teknik nuklir dalam bidang Radasi, Industri, Hidrologi, Sedimentologi, Kimia, Biologi, Lingkungan, Pertanian, dan Peternakan. Dengan demikian, ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dikembangkan dalam bidang ini dapat dikaji 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, ahli peneliti, serta wakil-wakil dari berbagai instansi pemerintah, BUMN, dan swasta.

Dalam pertemuan ilmiah ini dibahas dua masalah utama yang dibawakan oleh pejabat senior yaitu tentang Program Riset Unggulan Strategis Nasional dan Forum Sains dan Teknologi Nuklir dalam Memajukan Pembangunan Industri dan Perkelahan Lingkungan. Selanjutnya, dibahas secara khusus hasil penelitian yang dibagi dalam tiga kelompok dan dipresentasikan secara terpisah.

Hasil-hasil ilmiah 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.

Pertemuan



## 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 secara 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 TRIMULYADI .....	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, MASA HARU 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 $^{46}\text{Sc}$ 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
<b>BUKU II : PERTANIAN</b>	
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 ( <i>Oryza sativa</i> L.) varietas Sen- tani ITA DWIMAHYANI dan ISHAK .....	25
Ketahanan terhadap penyakit karat daun ( <i>Phakopsora pachirizi</i> 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 <u>in vitro</u> 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 ( <i>Musa sp.</i> ) 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 $^{15}\text{N}$ 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 $^{15}\text{N}$ bagi penentuan efisiensi pupuk N pada tanaman kelapa sawit LUQMAN ERNINGPRADJA, M.M. SIAHAAN, Z. POELOENGAN, dan ELSJE L. SISWORO .....	153
Efisiensi transpirasi tanaman Chickpea THOMAS dan M.M. MITROSUHARDJO .....	161
Serapan radiofosfor $^{32}\text{P}$ dan radioseng $^{65}\text{Zn}$ pada tanaman cabe ( <i>Capsium annum</i> L.) yang ditanam 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 ( <i>post partum</i> ) yang diberi suplementasi urea dan protein langsung ( <i>bypass</i> ) T. TJIPTOSUMIRAT dan G.N. HINCH .....	19
Kemanfaatan hijauan leguminosa pohon dan protein <i>bypass</i> 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. BHAUDIN, 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 monokrotophos 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 asefat $^{14}C$ 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



## STUDI POTENSI MATA AIR DI CIMELATI DENGAN METODE HIDROLOGI ISOTOP

Syafalni, Simon Manurung, Mursanto, Djiono, dan Tommy Hutabarat

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

### ABSTRAK

**STUDI POTENSI MATA AIR DI CIMELATI DENGAN METODE HIDROLOGI ISOTOP.** Studi potensi mata air telah dilakukan dengan metode isotop yang dilengkapi dengan analisis kimia air untuk mendapatkan informasi yang lengkap. Metode isotop dilaksanakan untuk pengukuran debit mata air, asal-usul air, dan perkiraan umur air, sedangkan analisis kimia air dapat menjelaskan kualitas air tersebut. Data yang diperoleh untuk mata air Cimelati menunjukkan debit 122,871 liter/detik, umur air melebihi 87 tahun, berasal dari ketinggian lebih dari 1200 m, dan mempunyai kualitas yang baik.

### ABSTRACT

**THE POTENTIAL STUDY OF WATER RESOURCES AT CIMELATI BY ISOTOPES HYDROLOGY METHOD.** The potential study of water resources has been carried out by using isotopes method which is provided by water chemical analysis for getting a complete information. Isotopes method have been used for discharge measurement, origin of water resources, and water age estimation, and water chemical analysis for describing water quality. Data obtained for Cimelati water resources showed that the discharge is 122,871 litre/second, the water age is more than 87 years, origin of the water is from the altitude of more than 1200 m, and the water quality was good.

### PENDAHULUAN

Penelitian potensi suatu mata air dalam hidrologi adalah sesuatu yang penting dilakukan. Hal ini berhubungan dengan kuantitas dan kualitas mata air yang dipergunakan untuk tujuan tertentu seperti keperluan rumah tangga, irigasi, dan sumber air minum.

Studi potensi mata air dengan metode isotop, pada Laboratorium Hidrologi, Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN dilaksanakan dengan pendekatan metode hidrologi isotop buatan untuk pengukuran debit mata air, dan metode isotop lingkungan (environmental isotopes) baik isotop stabil  $^{18}\text{O}$ , dan deuterium, maupun isotop radioaktif tritium. Penggunaan isotop lingkungan bertujuan untuk mengetahui asal-usul dan daerah masukan (recharge area) mata air tersebut (1, 2). Selain analisis di atas, dilakukan juga analisis hidrokimia dan analisis pestisida. Analisis hidrokimia yang meliputi ion-ion utama dalam air, yaitu  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^-$  dan  $\text{Cl}^-$ , serta pestisida bertujuan untuk mendapatkan informasi mengenai kualitas air tersebut.

Debit mata air diukur dengan menggunakan zat radioisotop dengan metode peak to peak, yang merupakan salah satu metode radioisotop untuk mengukur debit air dengan sifat aliran tertentu. Penggunaan radioisotop  $^{82}\text{Br}$  dalam senyawa  $\text{KBr}$  telah digunakan dalam penelitian ini dengan hasil yang cukup teliti. Pengukuran silang dengan metode apung-apung dilakukan untuk lebih meyakinkan hasil pengukuran dengan metode radioisotop (2).

Dalam aplikasinya yang disesuaikan dengan maksud dan tujuan pemanfaatan mata air yang terdapat di desa

Tenjолоо, Cipeti, Cimelati, Sukabumi, yaitu selain digunakan untuk keperluan rumah tangga juga untuk keperluan irigasi, maka penelitian mengenai debit, potensi, dan kualitas air tersebut perlu dilakukan.

### TEORI

#### Pengukuran Debit Mata Air

1. Metode Peak to Peak. Metode peak to Peak dilaksanakan dengan injeksi sejumlah perunut radioaktif di hulu saluran dan diukur atau dipantau di hilir saluran sehingga didapatkan waktu tempuh perunut. Dengan mengetahui jarak dan waktu tempuh perunut maka didapatkan parameter kecepatan (Jarak/waktu). Selanjutnya, diukur penampang saluran, sehingga dari persamaan debit yang ada, secara matematis didapatkan harga tersebut <sup>(2)</sup> :

$$\text{Debit} = \text{luas penampang} \times \text{kecepatan}$$

$$(Q = A \times V)$$

di mana :

$$Q = \text{debit (Cm}^3/\text{det)}$$

$$A = \text{penampang (m}^2\text{)}$$

$$v = \text{kecepatan (m/det)}$$

2. Metode Apung-apung. Metode ini dilaksanakan dengan salah satu metode pengukuran debit yang menempatkan apung-apung pada kedalaman 0,6 m dari permu-



kaan dan mengukur kecepatan laju apung-apung dari suatu titik ke titik lainnya pada saluran (5). Perkalian luas penampang dan kecepatannya akan menghasilkan debitnya.

**Studi Potensi Mata Air.** Studi potensi mata air dilakukan dengan beberapa cara pendekatan, yaitu dengan geohidrologi lokasi, debit mata air, analisis tritium, analisis  $^{18}\text{O}$ , dan deuterium dan analisis kimia air yang memberikan data dan informasi yang saling melengkapi.

- 1. Analisis tritium air.** Analisis tritium air pada prinsipnya digunakan untuk menentukan/mempelajari perjalanan air yang kurang dari 100 tahun. Hal ini didasarkan kepada sifat tritium alam yang diproduksi di atmosfer secara terus menerus. Tritium mempunyai waktu paroh 12,43 tahun, sehingga secara umum analisis tritium dapat digunakan untuk mengetahui umur air di bawah 87 tahun. Kandungan tritium di alam dinyatakan dalam TU (Tritium Unit). Analisis tritium dilakukan dengan cara memperkaya tritium dari 600 gram sampel air melalui proses elektrolisis menjadi 20 gram. Hasil elektrolisis dicacah dengan pencacah sintilasi cair (LSC) (1).
- 2. Oksigen-18 dan Deuterium.** Oksigen-18 dan deuterium dianalisis dengan menggunakan alat spektrometer massa triple kolektor, model Sira-9, VG-isogas. Analisis  $^{18}\text{O}$  dilakukan dengan metode EPSTEIN dan MAYEDA atas dasar reaksi pertukaran isotop  $^{18}\text{O}$  pada kesetimbangan gas  $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$  dengan cara mereaksikan 2 ml contoh air dengan gas  $\text{CO}_2$  di dalam alat preparasi contoh, isoprep-18. Analisis deuterium dilakukan dengan cara mereaksikan 10  $\mu\text{l}$  contoh air dengan 0,3 gram Zn (BDH) pada kondisi vakum dan dipanaskan pada suhu  $450^\circ\text{C}$  selama 45 menit. Gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2$  yang dihasilkan dari perlakuan di atas masing-masing dialirkan ke dalam spektrometer massa (3). Informasi yang didapatkan dari  $^{18}\text{O}$  dan deuterium dilakukan dengan pengujian dengan membandingkan di antara sampel-sampel lokasi penelitian yang dianalisis dan data sampel air hujan yang sangat berhubungan dengan tempat turunnya hujan yang dipengaruhi oleh ketinggian, temperatur, dan kelembapan udara.
- 3. Analisis Kimia Air dan Hidrokimia Air.** Analisis kimia air dan hidrokimia air dilakukan dengan menentukan beberapa parameter dan unsur-unsur serta senyawa tertentu yang terdapat dalam air. Pengukurannya dilakukan sesuai dengan teknik analisis standar dalam analisis kimia air dan hidrokimia air (ASTM standard). Analisis kimia dan hidrokimia air pada prinsipnya dapat digunakan untuk evaluasi apakah sampel air yang dianalisis layak/tidak layak kualitasnya untuk tujuan tertentu yang ditentukan oleh jenis kandungan dan jumlah zat terlarut dalam air tersebut serta kriteria lainnya.

## BAHAN DAN METODE

**Peralatan dan Bahan.** Peralatan utama yang digunakan untuk metode tersebut ialah detektor sintilasi kecap air yang terdiri atas kristal  $\text{NaI(Tl)}$  dengan photomultiplier yang digunakan dengan kabel sepanjang kira-

kira 75 meter ke ratemeter SPP3 dan scaler ECP522 buatan Perancis.

Radioisotop yang digunakan dalam percobaan adalah isotop  $^{82}\text{Br}$  dalam senyawa  $\text{KBr}$  yang diperoleh dari PPTN Bandung, dan larutan utama yang digunakan untuk kalibrasi dan pengukuran disiapkan di lapangan. Kalibrasi detektor dalam bak kalibrasi menggunakan radioisotop dengan konsentrasi  $10^{-7}$   $\mu\text{Ci/ml}$ .

**Metode.** Pelaksanaan percobaan adalah sebagai berikut: (a) Tempat injeksi dipilih di tepi sungai dengan mengingat alat injeksi yang tersedia; dan (b) Pencacahan dilakukan pada tempat pengamatan yang telah ditentukan.

Jumlah aktivitas yang diinjeksikan ditetapkan berdasarkan pada besarnya perkiraan debit sungai tersebut.

**Pengambilan Sampel Air untuk Analisis Laboratorium.** Sebanyak 10 sampel air dikumpulkan dari beberapa tempat di lokasi dan di sekitar lokasi penelitian. Analisis isotop alam  $^{18}\text{O}$  dan deuterium sampel air dimasukkan ke dalam vial di bawah permukaan air untuk menghindari kontak dengan udara. Untuk analisis tritium, diperlukan sampel air sebanyak 1 liter, karena sampel air sebanyak itu harus didestilasi dan dielektrolisis untuk memperkaya kandungan tritiumnya, hingga dapat dicacah oleh alat pencacah sintilasi cair (Liquid Scintillation Counter). Untuk analisis hidrokimia dan pestisida, diambil sampel air secara terpisah di dalam botol atau jerigen masing-masing sebanyak 1 liter.

Pengambilan sampel pada beberapa lokasi mata air dan sumur penduduk dimaksudkan untuk mengetahui hubungan mata air dengan air yang diambil tersebut satu sama lain. Apakah terdapat interaksi berbagai jenis air dan kesinambungan perlapisan yang mengandung air (akuifer).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran debit dan hasil analisis Laboratorium Hidrologi, PAIR dapat dilihat pada Tabel 1—4.

**Pengukuran Debit Mata Air (C1).** Pengukuran debit mata air yang dilaksanakan dengan metode hidroisotop dan konvensional menunjukkan hasil masing-masing  $122,871 + 8,69$  dan  $125,13$  liter/detik.

Berdasarkan pengukuran secara konvensional, debit mata air yang terbuang ke saluran pembuangan melebihi 50% atau  $+ 75,7$  liter/detik. Dengan kata lain, debit mata air tersebut dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan lainnya sampai  $+ 50\%$  dari sumber air tersebut.

**Hasil Analisis Isotop Lingkungan.** Pengukuran  $^{18}\text{O}$  dan tritium lingkungan (alam) yang dalam hidrologi isotop digunakan untuk mempelajari sistem hidrologi suatu tempat, juga dapat digunakan untuk mengetahui asal-usul air atau sumber air pada suatu daerah. Hasil analisis tritium dari Tabel 2 untuk mata air yang dipelajari menunjukkan nilai yang sama dengan latar belakang (0 TU). Ini berarti umur air yang diteliti telah melebihi 87 tahun, sehingga dapat juga dikatakan bahwa air dari sumber mata air tersebut telah mengalami perjalanan melebihi 87 tahun, dan dengan kata lain air ini datang dari tempat yang jauh.

Hasil analisis tritium ini diperkuat dengan analisis  $^{18}\text{O}$  dan deuterium untuk sumber air, yaitu masing-



masing  $-8,25$  dan  $-49,1\%$  (Tabel 2). Bila dibandingkan dengan hasil analisis isotop lingkungan dari mata air lainnya (Tabel 2), maka perbedaan hasil itu menunjukkan asal-usul air yang berbeda. Karena kandungan isotop air dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain ketinggian (altitude), temperatur, dsb, maka mata air yang dianalisis dengan kandungan  $-8,25\%$  menunjukkan daerah asal dari ketinggian  $> 1200$  meter dari rata-rata muka air laut (0 meter) yang dihubungkan dengan hasil penelitian ketinggian dengan kandungan deuterium daerah Kamojang dan Dieng Jawa<sup>(4)</sup> dengan persamaan  $\delta D = -1,9.E-2 H - 22,1$  ( $r = 0,87$ ). Mata air yang lainnya datang dari ketinggian yang kurang dari 800 meter atau telah tercampur dengan air permukaan di sekitarnya. Dengan demikian, sumber air mata air Cipeti ini dapat dikatakan mempunyai kontinuitas dan potensi yang lebih baik dibandingkan dengan sumber air yang lain dalam analisis ini.

#### Hasil Analisis Kimia Air dan Hidrokimia.

Hasil analisis ini menunjukkan kontinuitas air yang mana secara keseluruhan air tersebut dapat digunakan sebagai bahan baku air minum (Tabel 3 dan 4). Data mata air C1 diperkuat dengan analisis kandungan  $NO_3$  dan Fe yang tidak terukur dalam sampel air.

Demikian juga, untuk kandungan pestisida dalam mata air (C1), hasil analisisnya menunjukkan pestisida tidak terdeteksi dalam sampel air tersebut.

Bila dibandingkan dengan air yang digunakan di sekitar lokasi, maka mata air tersebut mempunyai komposisi yang hampir bersamaan. Mata air yang diteliti (C1), mempunyai jumlah kandungan zat terlarut (TDS) 71,327 ppm yang menunjukkan nilai yang baik bila digunakan untuk air minum. Hal ini diperkuat oleh nilai pH dari air (C1), yaitu 7,1.

#### KESIMPULAN

Dari pembahasan di atas dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

1. Debit mata air pada pengukuran tanggal 25 Mei 1994 adalah  $122,871 \pm 8,697$  liter/detik dan cukup stabil ter-

hadap pengaruh musim sehingga alokasi penggunaannya dapat direncanakan sesuai dengan tujuan pemanfaatan.

2. Mata air mempunyai kontinuitas dan potensi yang baik berdasarkan analisis umur air yang melebihi 87 tahun dan diperkirakan berasal dari ketinggian  $> 1200$  meter (recharge area).
3. Evaluasi analisis kimia air menunjukkan kualitas yang baik sebagai bahan baku air minum dan diperkuat dengan tidak terdapatnya  $NO_3$ , besi (Fe), dan pestisida dalam sumber air ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. FRITZ, P., and FONTES, J.Ch., Handbook of Environmental Isotope Geochemistry, Elsevier Sci., Amsterdam (1980).
2. RAUDKIVI, A.J., Hydrology, An Advanced Introduction to Hydrological Models Processes and Modeling, Pergamon Press, New York (1978).
3. IAEA, Stable Isotope Hydrology Deuterium and Oxygen in Water cycle (Technical Report Series No. 210), IAEA, Vienna (1980).
4. ABIDIN, Z., WANDOWO, INDROJONO, ALIP, dan DIJONO, "Stable isotope study in geothermal field of Kamojang and Dieng, Java Island", IAEA Symposium, IAEA, Vienna (1993).
5. IAEA, Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology (Technical Report Series No. 91), IAEA, Vienna (1983).



Tabel 1. Hasil pengukuran debit mata air Cimelati dengan metode hidroisotop

Waktu tempuh (detik)	Kecepatan (cm/detik)	Debit (lt/detik)	Keterangan
5,1667	187,74	133,201	Jarak tempuh =
4,833	200,70	142,40	970 cm
5,5	176,364	125,130	Luas penampang
5,833	166,295	117,986	= 709,5 cm <sup>2</sup>
5,1667	187,74	133,201	Debit rata-rata =
6,1667	157,296	111,601	122,871 + 8,697
5,5	176,364	125,130	liter/det
6,1667	157,296	111,601	Pengukuran kon-
5,5	176,364	125,130	vensional =
5,833	166,295	117,986	125,13 liter/det
5,833	166,295	117,986	
5,833	166,295	117,986	
5,833	166,295	117,986	

Tabel 2. Hasil analisis isotop lingkungan.

Kode sampel	Oksigen-18 (‰)	Deuterium (‰)	Keterangan
M.a. Cipeti C1	-8,25	-49,1	Analisis tri- tium sampel c1 = 0 TU (Triti- um Unit)
M.a. kecil C2	-7,54	-43,2	
M.a. kecil C3	-7,06	-42,2	
M.a. kecil C4	-6,99	-41,6	
M.a. habib C5	-7,82	-48,3	
Sumur pend. C6	-7,49	-46,9	
M.a. besar C7	-7,54	-44,6	
M.a. besar C8	-7,29	-42,8	
LIDO	-6,56	-41,0	
K.R. Cimelati	-7,66	-45,0	

Tabel 3. Hasil analisis kimia air mata air Cipeti-Cimelati (C1)

Parameter	Hasil/Konsentrasi
Warna	tak berwarna
Turbiditas	2 mg/l
Konduktivitas	170 µS
Calcium (Ca)	2,5 mg/l
Magnesium (Mg)	1,186 mg/l
Sodium (Na)	5,208 mg/l
Potassium	1,875 mg/l
pH	7,1
Karbonat	0
Bikarbonat	61,0 mg/l
Sulfat	1,05 mg/l
Chlorida	0,3834 mg/l
Nitrat	ttd
Fluorida	0,55 mg/l
Silica	24,21 mg/l
Carbon dioxide	-
Besi (Fe)	ttd
Chlorine	0,49 mg/l
Hydrogen sulfide	0,017 mg/l
Dissolved oxygen	9,2 mg/l
Total dissolved solid	74,202 mg/l
Pestisida - organo fosfat	ttd (tidak terdeteksi)
- organo chlorine	ttd
- carbamat	ttd

Tabel 4. Hasil analisis hidrokimia.

Kode sampel	pH	HCO <sub>3</sub> mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l
C1 Cipeti	7,1	61	0,383	1,05	2,5	1,186	5,2083	1,875
Ma kolam renang	6,67	67,71	1,867	1,25	2,98	1,679	5,7292	1,979
Ma besar C7	6,92	73,2	0,720	0,95	2,98	1,571	5,9375	1,979
Ma besar C7b	7,09	66,5	0,658	0,95	2,79	1,393	5,4167	1,875
C3 Cimelati	6,06	29,28	1,705	2,15	2,02	1,218	3,7755	0,975
Ma Besar C8	6,79	91,5	0,720	1,95	3,46	2,375	7,5000	1,875



## DISKUSI

ROSALINA

$$Q = A \times V$$

V = kecepatan air.

A = penampang saluran air.

1. Untuk menghitung debit mata air, bagaimana menentukan penampang saluran air/kecepatan air karena air itu merembes dan muncul di permukaan?
2. Sejauh mana ketelitiannya?

SYAFALNI

1. Menghitung debit mata air dengan mengalirkan air ke suatu saluran dengan menutup aliran ke tempat lain, sehingga kita dapat menghitung penampang aliran tersebut dan debit diukur dengan mengalikannya dengan penampang A.
2. Untuk ini kita bandingkan dengan metode konvensional (metode apung-apung) dan metode pengenceran perunut radioisotop merupakan metode standar untuk kalibrasi dalam pengukuran debit.

MOCH. ROESLAN

Pada analisis kimia tercatat hasil, bahwa air dinyatakan bersih :

1. Kenapa pada air tersebut kadar karbon Nol sedangkan kadar bikarbonat tinggi, jadi ada ion karbonatnya, mohon penjelasan?
2. Kenapa penelitian ini diadakan satu titik saja, mohon penjelasan?

SYALFANI

1. Dinyatakan karbonat nol, karena tidak terukur dengan metode yang kita gunakan dan juga karbonat akan kelihatan pada pH di atas 8.
2. Hal ini sesuai dengan permintaan dan kita memfokuskan hanya pada titik yang diteliti yang juga berhubungan dengan biaya analisis.



DISKUSI

MOCH ROESLAN

Pada analisis kritis terdapat hasil, bahwa ada perbedaan pendapat

1. Kenapa pada itu terdapat kata-kata? Hal tersebut

2. Kenapa penelitian ini dilakukan serta tidak saja, mengapa

SYALANI

1. Dinyatakan bahwa itu, karena tidak terdapat dengan

2. Hal ini sesuai dengan pernyataan dan kita meneliti

ROSA LINA

O X V

1. Untuk itu penting bagi kita, bagaimana dengan

2. Selain itu ketelitian

SYALANI

1. Mengingat dari itu itu dengan mengatakan itu ke

2. Untuk itu kita bandingkan dengan metode konvensional