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

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

Crosslinking 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 flame retardant 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 (Hevea brasiliensis Muell.Agr.)
NURWATI HABIB, AGUS ISMANTO, dan MARGA UTAMA. 81

Kualitas bambu betung (*Dendrocalamus asper*) 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 $^{34}S/^{32}S$ 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 Sentani
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 GANDANEGARA 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 $Ca_3(PO_4)_2$ 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. SISWORO 153

Efisiensi transpirasi tanaman Chickpea
THOMAS dan M.M. MITROSUHARDJO 161

Serapan radiofosfor ^{32}P dan radioseng ^{65}Zn pada tanaman cabe (*Capsium annum* 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 *Vigna radiata* L. terhadap hama ulat grayak *Spodoptera litura* F.
A. N. KUSWADI, R. SUMANGGONO, dan D. SUPRIYATNA 187

BUKU III: PETERNAKAN, BIOLOGI, DAN KIMIA

Pengaruh temperatur lingkungan pada konsumsi, kecernaan 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 berlataksi setelah kelahiran (post partum) yang diberi suplementasi urea dan protein langsung (bypass)
T. TJIPTOSUMIRAT dan G.N. HINCH 19

Kemanfaatan hijauan leguminosa pohon dan protein bypass sebagai pakan ternak ruminansia
SUHARYONO, BINTARA H.S., ACHMAD S., dan TITIN M. 25

Menggunaan 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 (*Osphronemus gouramy*)
HARSOJO, L. ANDINI S., SUWIRMA S., dan NAZLY HILMY 37

Analisis darah domba yang diimunisasi dengan metaserkaria iradiasi melawan infeksi cacing *Fasciola gigantica*
BOKY JEANNE TUASIKAL, ENING WIEDOSARI, dan SRI WIDJAJANTI 45

Daya perlindungan metaserkaria *Fasciola gigantica* 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 *Tripanosoma evansi*
MUCHSON ARIFIN, IRTISAM, SIGIT WITJAKSONO, dan SRI S. ANDAYANI 57

Kerusakan dan penyembuhan DNA *Deinococcus radiodurans* setelah diiradiasi
ADRIA P.M. HASIBUAN, M. KIKUCHI, Y. KOBAYASHI, dan H. WATANABE 61

Sensitivitas isolat *Salmonella sp.* 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 Dendrobium terhadap dosis iradiasi sinar gamma
SOERTINI SOEDJONO, NINA SOLVIA, dan SUSKANDARI 83

Pengaruh iradiasi neutron cepat terhadap metabolit kalus *Chrysanthenum morifolium* 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 sludge 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 (*Clarias batrachus*) 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 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-*Escherichia coli* teradiasi neutron cepat dengan dapar fosfat dan natrium klorida
IRWANSYAH 157

STUDI AIR TANAH DANGKAL PPTA PASAR JUMAT DENGAN ISOTOP ALAM

Barokah Aliyanta, Syafalni, Djiono, dan Wibagyo

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

STUDI AIR TANAH DANGKAL PPTA PASAR JUMAT DENGAN ISOTOP ALAM. Komposisi isotop stabil dan tritium tiap-tiap sumur di PPTA Pasar Jumat bervariasi. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh komposisi air hujan dan lingkungan sekitar. Air hujan lokal PPTA Pasar Jumat mempunyai kemiringan yang lebih rendah dibanding garis air dunia, karena terjadinya penguapan. Percampuran antara 2 sumber yang berasal dari air hujan lokal dan air permukaan telah berpengaruh terhadap komposisi isotop stabil air tanah dangkal. Anomali tritium di beberapa sumur disebabkan oleh kontribusi bekas penyimpanan limbah dan atau tempat penyimpanan limbah.

ABSTRACT

STUDY OF SHALLOW GROUNDWATER AT PPTA PASAR JUMAT BY USING ENVIRONMENTAL ISOTOPES. Composition of stable isotopes and tritium varied among the wells at PPTA Pasar Jumat area. Investigation was conducted to study the effect of surrounding environment and rain water. Local rain water at PPTA Pasar Jumat has lower slope compared with meteoric water line, which is caused by evaporation. Mixing of two sources affected the stable isotopes composition of local shallow groundwater. The sources are local rain water and surface water. Tritium anomaly in the wells were affected by the location of waste storage and or ex-waste storage in the surrounding area.

PENDAHULUAN

Air merupakan unsur pokok yang sangat vital bagi semua kehidupan dan mempunyai arti penting dalam menunjang pembangunan dan kelanjutan ekosistem. Air juga mempunyai siklus yang relatif tetap dan disebut siklus hidrologi (1). Siklus di antara air laut, air sungai, moisture, penguapan, dan hujan. Air hujan yang jatuh ke permukaan tanah sebagian meresap dan sebagian lain mengalir ke tempat yang lebih rendah dan pada akhirnya akan meresap ke dalam tanah juga. Banyak sedikitnya air yang meresap ke dalam tanah bergantung pada beberapa faktor antara lain curah hujan, porositas, permeabilitas lapisan tanah, topografi, dan tanaman yang dilalui. Sebagian air meresap dan diikat oleh partikel tanah dan lainnya merembes dan tersimpan pada lapisan tanah jenuh yang dapat menyimpan dan meluluskan air dan disebut akifer. Akifer paling atas yang berhubungan dengan zona aerasi disebut air tanah bebas, dan lebih dikenal sebagai air tanah dangkal.

Dilihat dari runutan kejadian air tanah di atas, kualitas maupun komposisi isotop air tanah akan dipengaruhi oleh air hujan, lapisan tanah yang menyimpan air, lapisan tanah yang dilalui, dan kualitas air permukaan yang ada di sekitar, karena aktivitas manusia.

PPTA Pasar Jumat terdiri dari beberapa pusat kegiatan penelitian, dan masing-masing pusat mempunyai kegiatan spesifik, dengan bahan maupun hasil limbah yang spesifik pula. Dengan menganalisis kandungan isotop alam, khususnya ^{18}O, kandungan utama ion-ion pada air tanah dangkal, kandungan isotop alam air hujan maupun hasil penelitian lain, diharapkan dapat diketahui beberapa hal yang sangat berguna untuk estimasi pengaruh kegiatan-kegiatan yang berlangsung terhadap masing-masing sumur pengamatan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Sampling Air tanah. Lokasi penelitian meliputi kawasan PPTA Pasar Jumat, dengan membuat beberapa sumur pengamatan sebanyak 7 buah seperti terlihat pada peta.

Sumur pengamatan dibuat dari pipa pralon, berdiameter 4 inci, tebal 5 mm dan kedalaman rata-rata 20 m. Pipa pralon sebelum dipasang diberi lubang-lubang (screens) di sepanjang kedalaman antara 16—18 m, kecuali pada sumur S4, lubang dibikin pada kedalaman antara 6—8 m, dan kedalaman sumur 8 m (2). Lubang ini berfungsi untuk memperlancar keluar masuknya air dari segala arah dan agar tercapai kondisi air yang sama antara air di lapisan tanah dan air sumur bor.

Air tanah dangkal di-sampling langsung melalui sumur bor dengan menggunakan pompa, setelah sebelumnya membuang sebesar kurang lebih volume air yang mengisi lubang bor. Hal ini dimaksudkan untuk mendapatkan sampel yang representatif. Sampel air disimpan dalam botol dan ditutup rapat untuk menghindari kemungkinan terjadinya penguapan. Ketujuh sumur bor di-sampling pada hari yang sama dalam bulan Desember.

Sampling Air Hujan. Pengambilan sampel air hujan dilakukan dengan menggunakan alat ukur standar yang permukaannya diberi parafin oil dan dilengkapi dengan alat penampung ^{18}O dan Deuterium. Alat ini dipasang di atas gedung HIS, PAIR.

Sampling air hujan dilakukan selama kurang lebih 1 tahun dengan sampling bulanan, dimulai dari bulan Oktober 1994 sampai dengan Juli 1995.

Metode. ^{18}O dan Deuterium diukur berdasarkan perbedaan massa dengan alat spektrometer massa tipe Sira-9 dan Isoprep 18 buatan Inggris. Sebagai standar untuk mengukur konsentrasi ^{18}O dan Deuterium adalah standar JAWS (Standar Air Jakarta) yang telah distandardisasi dengan SMOW.

Untuk mengukur Deuterium diperlukan preparasi, yaitu dengan mereaksikan 10 uL air dengan 0,25 Seng dan dipanaskan pada temperatur 450°C selama 30 menit. Reaksi air dan seng ditulis sebagai berikut:

$$H_2O + Zn \Longrightarrow ZnO + H_2$$

Gas hidrogen yang mengandung Deuterium ini diukur dengan spektrometer massa.

Untuk mengukur ^{18}O diperlukan preparasi dengan menggunakan isoprep-18 dengan cara mengocok 2 ml sampel air dengan CO_2 selama 8 jam. Reaksi pertukaran H_2O dan CO_2 ditulis sebagai berikut[3]:

$$CO_2 + H_2O \Longrightarrow HCO_3 + H$$

$$C^{16}O_2 + H_2{}^{18}O \Longrightarrow C^{18}O^{16}O + H_2{}^{16}O$$

gas CO_2 yang mengandung ^{18}O ini kemudian diukur dengan spektrometer massa.

Kandungan tritium diukur dengan LSC berdasarkan radiasi yang terpancar. Karena kandungan tritium kecil sekali, perlu didistilasi dan diperkaya dengan elektrolisis. Pengkayaan ini mencapai 30 kali. Sebelum dilakukan pencacahan, pada sampel air yang telah diperkaya dibubuhi bahan instagel dan dicacah dengan LSC.

Untuk mengetahui kandungan ion-ion utama air tanah dilakukan pengukuran dengan menggunakan alat UV-VIS dan AAS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isotop Stabil. Hasil pengukuran deuterium dan ^{18}O air hujan bulanan PPTA Ps. Jumat dapat dilihat pada Tabel 1. Seperti terlihat pada Gambar 2, mempunyai persamaan regresi $\delta D = 5{,}54\ ^{18}O + 5{,}08$ per mil dengan koefisien regresi linier R = 0,79. Dengan membandingkan air hujan bulanan dari tahun 1984—1987, mempunyai persamaan regresi $\delta D = 6{,}62\ ^{18}O + 2{,}93$ (3), menunjukkan hasil yang relatif lebih mengalami penguapan, akan tetapi jika dibandingkan dengan garis air dunia: $\delta D = 8\ ^{18}O + 10$, gradien air hujan yang diperoleh dalam penelitian mempunyai nilai lebih rendah. Menurut PAYNE (4), air hujan yang mengalami evaporasi cukup besar akan mempunyai slope/gradien berkisar 4 s.d. 6. Evaporasi akan menyebabkan terjadinya pengkayaan dalam deuterium dan ^{18}O, sehingga komposisi isotop ini akan mempunyai slope yang lebih kecil dibanding garis air dunia. Hal ini ditunjukkan dengan data di atas bahwa air hujan PPTA Pasar Jumat pada periode Oktober 1994 sampai dengan Juli 1995 telah mengalami evaporasi saat mencapai penampung curah hujan.

Tabel 1. Hasil analisis D dan ^{18}O air hujan PPTA Pasar Jumat

Bulan/Tahun	Deuterium	Oksigen-18	Curah hujan (mm)
Oktober '94	-45,8	-7,6	5
November'94	-29,4	-6,2	48
Desember'94	-30,8	-5,4	73
Jan-Feb.'95	-39,9	-6,0	275
April '95	-55,0	-7,9	292
Mei '95	-50,1	-8,4	100
Juni '95	-38,0	-5,1	179
Juli '95	-40,1	-5,5	125

Tabel 2. Hasil analisis isotop alam dan tritium pada sumur pengamatan

Sumur	Deuterium (‰)	Oksigen-18 (‰)	Tritium (‰)
S1 (Hidrologi)	-48,2	-6,06	10.01 ± 0,04
S2 (Perasten)	-45,6	-6,69	3,92 ± 0,04
S3 (Lap. Tenis)	-51,1	-	1,80 ± 0,04
S4 (Limbah)	-53,3	-6,63	5,04 ± 0,04
S5 (Biologi)	-54,9	-6,74	0,43 ± 0,04
S6 (Bengkel)	-	-6,60	0,39 ± 0,04
S7 (Pusdiklat)	-49,7	-	1,77 ± 0,04

Hasil pengukuran konsentrasi Deuterium dan ^{18}O masing-masing sumur dapat dilihat pada Tabel 2. Secara umum, rata-rata konsentrasi oksigen kelima sumur pengamatan adalah -6,544 ± 0,246°/oo, sedangkan deuterium mempunyai nilai rata-rata -50,466 ± 3,05°/oo. Dengan menggunakan koreksi curah hujan bulanan di PPTA Pasar Jumat dari Oktober 1994—Juli 1995, seperti tertera pada Tabel 1, didapatkan nilai komposisi isotop stabil sebagai berikut:

$\delta^{18}O$ rata-rata = -6,5°/oo

δD rata-rata = -43,52°/oo

Ternyata, harga rata-rata komposisi isotop stabil ini mendekati persamaan air hujan bulanan dari tahun 1984—1987, yaitu $\delta D = 6{,}62\ ^{18}O + 2{,}93$°/oo. Dengan demikian persamaan ini dapat digunakan untuk menganalisis lebih lanjut isotop stabil masing-masing sumur pengamatan yang terlihat pada Tabel 2. Akan tetapi, bila dibandingkan dengan rata-rata kelima sumur, mempunyai nilai oksigen-18 yang mendekati, tetapi dengan perbedaan deuterium

yang cukup besar. Seperti terlihat pada Tabel 2 dan Gambar 2, hanya sumur S2 yang bernilai mendekati ^{18}O dan D rata-rata air hujan.

Jika air tanah dangkal PPTA Pasar Jumat hanya berasal dari infiltrasi air hujan, semestinya harga rata-rata isotop stabil dari sumur pengamatan mendekati nilai komposisi isotop stabil air hujan. Hal ini menunjukkan bahwa air tanah dangkal PPTA Pasar Jumat merupakan campuran perubahan proporsi 2 sumber, yaitu airhujan yang berinfiltrasi dengan air permukaan yang ada di sekitar. Dari Gambar 2 diperlihatkan hanya pada sumur S2, air tanah dangkal dominan sekali berasal dari air hujan, sedangkan pada sumur lain, yaitu pada S1, S4, S5, dan S6 diperlihatkan telah terjadi pengkayaan ^{18}O.

Tabel 3. Hasil analisis hidrokimia air tanah dangkal PPTA Pasar Jumat

Sumur	HCO_3	Cl	SO_4	K	Na	Ca	Mg
	.....			epm		.....	
S-1	0,10	0,16	0,09	0,01	0,24	0,04	0,20
S-2	1,53	0,07	0,06	0,03	0,34	0,68	0,20
S-3	1,35	0,14	0,33	0,03	0,34	0,84	0,31
S-4	0,10	0,45	0,17	0,02	0,35	0,16	0,06
S-5	1,40	0,10	0,11	0,05	0,37	0,29	0,17
S-6	1,05	0,09	0,07	0,02	0,28	0,24	0,17
S-7	1,16	0,10	0,09	0,03	0,33	0,30	0,18

Tritium. Seperti pengukuran kandungan tritium di masing-masing sumur (Tabel 2), terlihat adanya anomali kandungan tritium di beberapa sumur. Anomali terbesar berada pada sumur S1 (HIS) diikuti berturut-turut S4 (dekat gedung limbah), S2 (Perasten), S3 (lapangan tenis), S7 (Pusdiklat), sedangkan pada sumur S5 (Biologi), dan S6 (belakang Bengkel) dapat dikatakan sama. Anomali ini disebabkan adanya pengaruh kontribusi dari bekas gedung penyimpanan limbah dari laboratorium yang banyak menggunakan tritium. Konsentrasi tritium air hujan yang disampling pada bulan Desember sebesar 1,75 ± 0,04 TU.

Berdasarkan hasil penelitian gerakan air tanah dangkal daerah PPTA Pasar Jumat, air tanah mengalir ke arah barat sampai barat daya. Pada sumur S5 dan S6, kandungan tritium tidak terpengaruh oleh sumur lain, sehingga pada sumur S2, S7, dan S3 kemungkinan besar sebagai akibat dispersi anomali konsentrasi tritium berasal dari sumur S1 dan sumur S4.

Hidrokimia. Konsentrasi ion-ion utama dari masing-masing sumur dapat dilihat pada Tabel 3. Untuk mempermudah analisis dibuat dalam bentuk diagram radial (Gambar 3). Dari sini terlihat jelas beberapa kesamaan kandungan ion-ion utama sumur pengamatan, seperti di antara S2, S3, S5, S6, dan S7, maupun S1 dengan S4. Hal terakhir ada perbedaan yang cukup mencolok pada konsentrasi ion klorida. Konsentrasi ion klorida yang relatif tinggi ini kemungkinan karena kedalaman S4 yang hanya 8 m, sehingga pengaruh penguapan relatif besar. Di samping itu, S1 dan S4 kemungkinan dipengaruhi oleh keberadaan tempat penyimpanan limbah. Untuk sumur lainnya, kemungkinan berasal dari sumber yang sama, yaitu kesamaan lapisan tanah.

Secara umum, variasi kandungan anion maupun kation masing-masing sumur kecil dan jumlah total anion lebih besar dibanding kation, kecuali pada S1. Kondisi ini karena pengaruh hasil pelapukan kimia terhadap mineral yang berada pada lapisan tanah di atasnya maupun lapisan tanah penyimpan air itu sendiri.

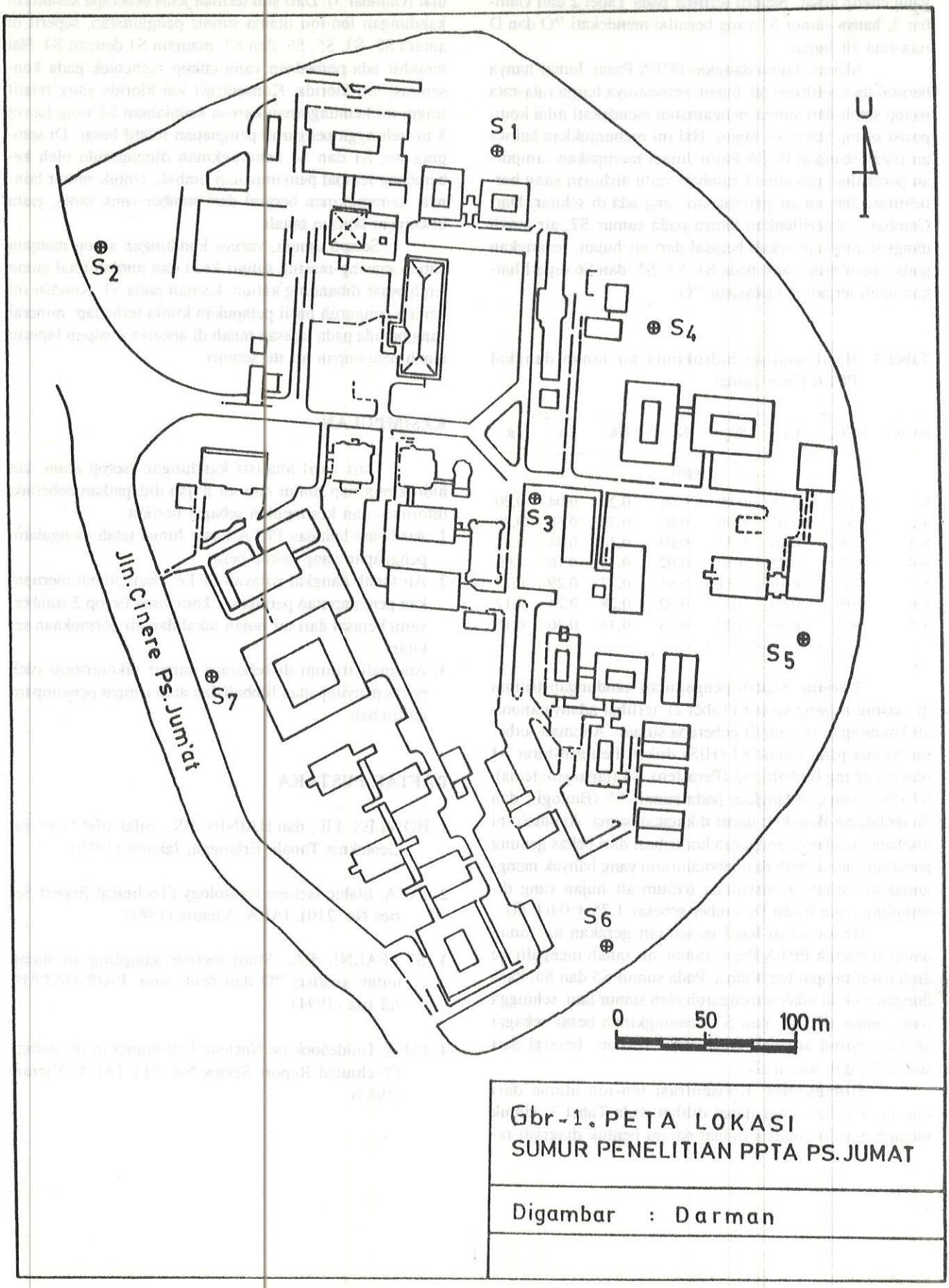
KESIMPULAN

Dari hasil analisis kandungan isotop alam dan hidrokimia tiap sumur dan air hujan didapatkan beberapa informasi dan kesimpulan sebagai berikut:

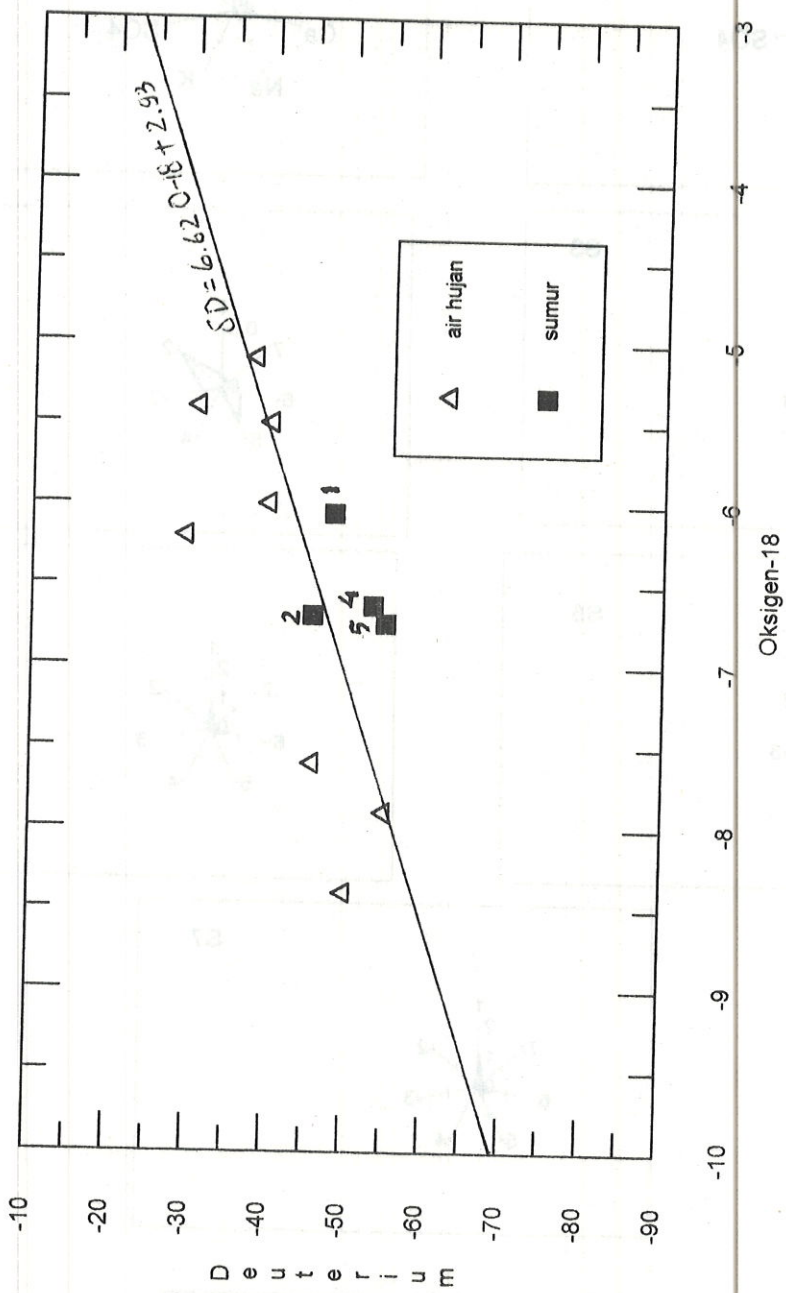
1. Air hujan bulanan PPTA Pasar Jumat telah mengalami penguapan yang cukup besar.
2. Air tanah dangkal wilayah PPTA Pasar Jumat merupakan percampuran perubahan komposisi isotop 2 sumber, yaitu berasal dari air hujan lokal dan air permukaan sekitar.
3. Anomali tritium di beberapa sumur dikontribusi oleh bekas penyimpanan limbah dan atau tempat penyimpanan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

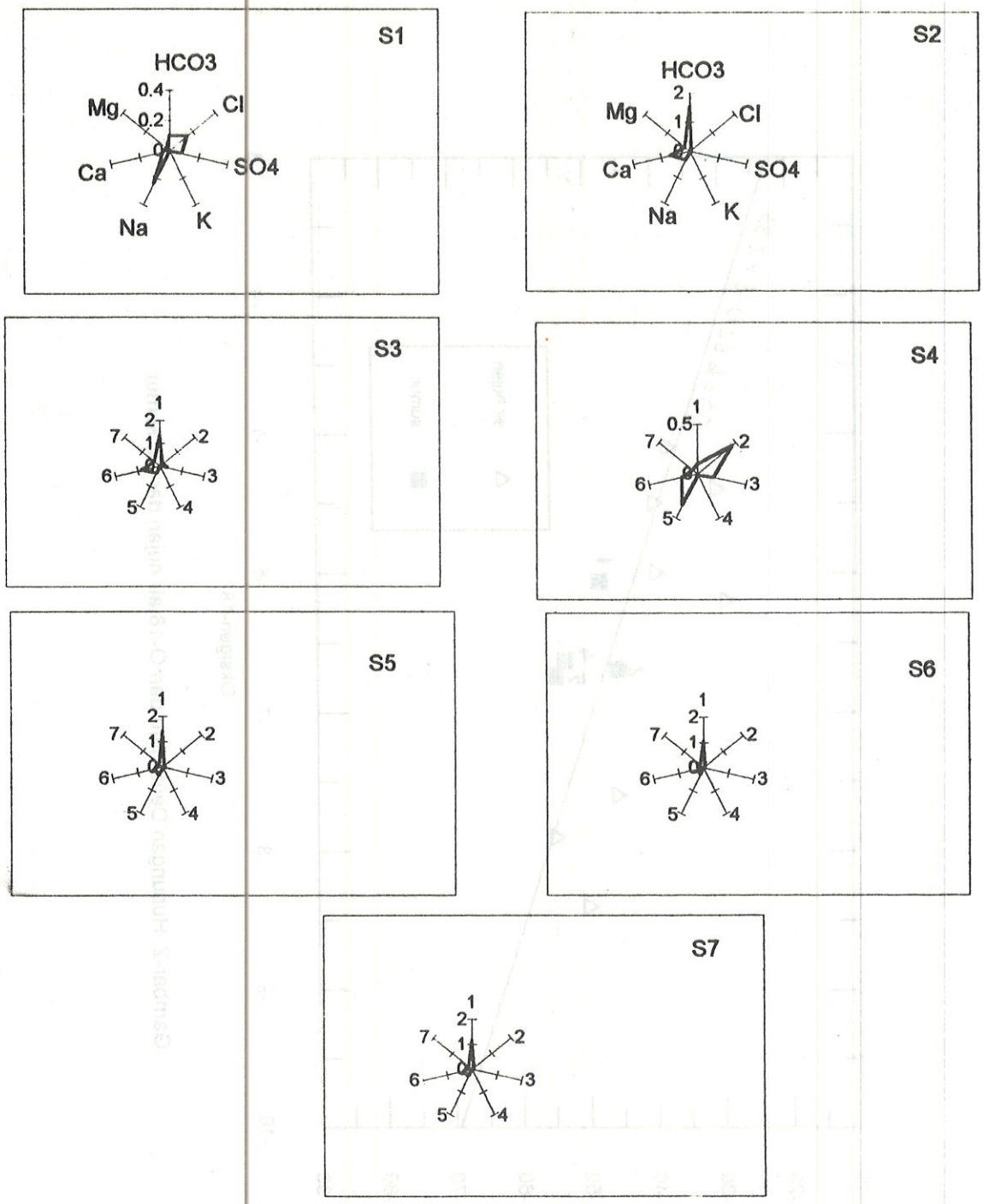
1. BOWLES, J.E., dan HAININ, J.K., Sifat-sifat Fisis dan Geoteknis Tanah, Erlangga, Jakarta (1989).
2. IAEA, Stable Isotope Hydrology (Technical Report Series No. 210), IAEA, Vienna (1981).
3. SYAFALNI, dkk., Studi metode sampling air hujan untuk analisis ^{18}O dan deuterium, PAIR-BATAN, Jakarta (1994).
4. IAEA, Guidebook on Nuclear Techniques in Hydrology (Technical Report Series No. 91), IAEA, Vienna (1983).



Gambar 1. Peta lokasi sumur penelitian PPTA Pasar Jumat



Gambar-2. Hubungan Deuterium dan O-18 air hujan dan air sumur



Gambar 3. Diagram radial tiap sumur pengamatan

DISKUSI

SRI WAHYUNI

Anda menerangkan bahwa air hujan lokal di PPTA Pasar Jumat mempunyai kemiringan yang lebih rendah dibandingkan garis air dunia, karena terjadi penguapan.

1. Apakah garis di dunia ini berlaku untuk semua daerah (daerah panas/tropis, sedang, dan dingin)?
2. Karena terjadinya penguapan air hujan tersebut, apakah ini berarti temperatur di PPTA Pasar Jumat lebih tinggi dari rata-rata temperatur dunia?
3. Dari kesimpulan tertulis "penguapan air tidak cukup besar", ini dibandingkan terhdap apa dan apa sebabnya?

BAROKAH

1. Ya.
2. Tidak.
3. Dibandingkan dengan penelitian-penelitian lain, dilihat dari perbedaan gradien garis air dunia dengan gradien garis air lokal.

ZAINAL ABIDIN

1. Berapa avarge mean ^{18}O kawasan PPTA Pasar Jumat?
2. Mengapa nilai ^{18}O lapangan tenis 2°/oo lebih tinggi dari sumur yang lain?
3. Bagaiman hubungan umur air tanah Pasar Jumat berdasarkan perkiraan rutin sedangkan menurut Anda ada satu sumur yang terkontaminasi oleh tritium?

BAROKAH

1. Tidak dihitung dan dalam hal ini diperlihatkan variasi pengukuran pengambilan sampel setiap bulan.
2. Hal ini diakibatkan mempunyai nilai sumber yang berbeda dan di sekitar lapangan tenis lebih banyak daerah impermeabelnya, sehingga air hujan setempat tidak langsung ke lapisan. Sedangkan lokasi lainnya langsung (keterangannya dengan waktu tiba).
3. Dalam paper ini tidak dihitung umurnya karena yang diteliti adalah konsentrasinya dan hanya membahas kemungkinan terjadinya pencemaran tritium.

KABUL MULYONO

1. Apakah penganalisisan pada sumur dalam kondisi kering tanpa air hujan dan dengan tambahnya air hujan ada pebedaannya?
2. Mungkin analisis Anda tidak memperhitungkan curah hujan?

BAROKAH

1. Tidak ada air hujan yang masuk secara langsung, karena sumur selalu dalam kondisi tertutup.
2. Hasil ini tidak memperhitungkan hujan karena sampel diambil dan dianalisis setiap 1 (satu) bulan untuk air hujan {nilai adalah nilai rata-rata 1 (satu) bulan).

WAHLAN

1. Apakah ada gejala pencampuran dengan penyimpan air limbah dari kegiatan fasilitas pada air tanah. Bila ada bisa diperkirakan kapan akan mencapai nilai lebih besar dari ambang batas?
2. Bagaimana cara menanggulangi kebocoran ini?

BAROKAH

Belum diketahui karena tidak dilakukan kearah itu.

DISKUSI