

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)

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

541.388

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

PENGANTAR

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

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

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

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

Penyunting

DAFTAR ISI

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

MAKALAH UNDANGAN

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

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 <u>flame retardant</u> terhadap kecepatan nyala pada kompon polietilen ISNI MARLIJANTI, ANIK SUNARNI, MIRZAN T. RAZZAK, dan GATOT TRIMUL-YADI	41
Pengaruh berat molekul oligomer uretan akrilat dan monomer reaktif pada sifat perekat peka tekanan DARSONO, T. SASAKI, YANTI SABARINAH SOEBIANTO, dan MIRZAN T. RAZZAK	45
Analisis spektrum NMR proton emulsi karet alam metil metakrilat KRISNA LUMBANRAJA, KADARIJAH, SUDIRMAN, dan BUNJAMIN	53
Identifikasi gugus fungsi kopolimer karet alam-stiren iradiasi berbahan pemeka normal butil akrilat dengan FTIR dan NMR KADARIJAH, SRI PUJIASTUTI, dan MARGA UTAMA.....	61
Sifat kelistrikan film karet dari kopolimer lateks karet alam stiren hasil iradiasi MADE SUMARTI K., JUNE MELLAWATI, dan MARGA UTAMA.....	67

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

Estimasi pembentukan ozon di dalam ruang iradiasi mesin berkas elektron PUGUH MARTYASA, dan H SUNAGA	189
BUKU II : PERTANIAN	
Evaluasi daya hasil galur padi sawah OBS-1647/Psj MUGIONO.....	13
Pemetaan gen Gametophyte (ga-2,ga-3) pada RFLP <u>linkage map</u> tanaman padi SOBRIZAL	19
Variasi somaklonal seleksi umur genjah dari galur mutan padi (<i>Oryza sativa</i> L.) varietas Senn-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 RIVIAIE RATMA, dan ACHMAD NASROH KUSWADI	31
Seleksi <u>in vitro</u> untuk ketahanan asam dan aluminium pada tanaman kedelai DAMERIA HUTABARAT, dan RIVIAIE RATMA	37
Keefektifan simbiotik sejumlah strain <i>Bradyrhizobium</i> 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}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 (<i>Capsicum annuum L.</i>) 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 L.</i> terhadap hama ulat grayak <i>Spodoptera litura F.</i> A. N. KUSWADI, R. SUMANGGONO, dan D. SUPRIYATNA	187

BUKU III: PETERNAKAN, BIOLOGI, DAN KIMIA

101 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)	13
102 M. WINUGROHO, Y. WIBISONO, dan M. SABRANI	
211 Penampilan reproduksi domba Merino berlataksi setelah kelahiran (<u>post partum</u>) yang diberi suplementasi urea dan protein langsung (<u>bypass</u>)	19
212 T. TJIPTOSUMIRAT dan G.N. HINCH	
133 Kemanfaatan hijauan leguminosa pohon dan protein <u>bypass</u> sebagai pakan ternak ruminansia SUHARYONO, BINTARA H.S., ACHMAD S., dan TITIN M.	25
134 Menggunaan ekstrak metanol daun enterolobium untuk meningkatkan fermentasi pakan dan massa bakteri dengan proses defaunasi protozoa rumen pada kambing	31
135 R. BAHAUDIN, A. SYAMSI, T. MARYATI, N. LELANINGTYAS, dan S. MARUSIN	
136 Pelet kotoran ayam iradiasi sebagai pakan tambahan ikan gurami (<i>Oosphronemus gouramy</i>) HARSOJO, L. ANDINI S., SUWIRMA S., dan NAZLY HILMY	37
137 Analisis darah domba yang diimunisasi dengan metaserkaria iradiasi melawan infeksi cacing <i>Fasciola gigantica</i>	45
138 BOKY JEANNE TUASIKAL, ENING WIEDOSARI, dan SRI WIDJAJANTI	
139 Daya perlindungan metaserkaria <i>Fasciola gigantica</i> yang diirradiasi di dalam melawan infeksi cacing pada domba	49
139 WIEDOSARI, E., S. WIJAYANTI, dan B.J. TUASIKAL	
140 Penggunaan nisbah albumin/globulin dan total fraksi protein untuk pendugaan terjadinya kekebalan pada domba	53
141 SUKARDJI PARTODIHARDJO	
142 Studi tanggap kebal pada marmut dan kelinci yang diinokulasi dengan <i>Tripanosoma evansi</i> MUCHSON ARIFIN, IRTISAM, SIGIT WITJAKSONO, dan SRI S. ANDAYANI	57
143 57	
144 Kerusakan dan penyembuhan DNA <i>Deinococcus radiodurans</i> setelah diiradiasi ADRIA P.M. HASIBUAN, M. KIKUCHI, Y. KOBAYASHI, dan H. WATANABE	61
145 61	
146 Sensitivitas isolat <i>Salmonella sp.</i> terhadap iradiasi, suhu, dan pH ANDINI, L.S., HARSOYO, ROSALINA S.H., dan SRI POERNOMO	69
147 69	
148 Pertumbuhan jamur kayu pada beberapa limbah pertanian yang diiradiasi dengan sinar gamma DARMAWI, dan EDIH SUWADJI	77
149 77	
150 Tanggapan pertumbuhan protokorm Anggrek Dendrobium terhadap dosis iradiasi sinar gamma SOERTINI SOEDJONO, NINA SOLVIA, dan SUSKANDARI	83
151 83	
152 Pengaruh iradiasi neutron cepat terhadap metabolit kalus <i>Chrysanthemum morifolium</i> Linn. LUKMAN UMAR dan IRWANSJAH	89
153 89	
154 Pengaruh iradiasi gamma terhadap penguraian dan penghilangan zat warna disperse blue dalam larutan air AGUSTIN S.M. BAGYO, WINARTI ANDAYANI, dan SURTIPANTI SADJIRUN.....	95
155 95	

Pengaruh iradiasi, penambahan <u>sludge</u> kelapa sawit, dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ pada zat warna dispersi orange-25 dalam air	103
WINARTI ANDAYANI, AGUSTIN SUMARTONO, dan SURTIPANTI S.	103
Akumulasi, distribusi, dan toksitas Cd terhadap ikan lele (<i>Clarias batrachus</i>) dalam air YUMIARTI, JUNE MELLAWATI, dan SUWIRMA S.	109
Studi pengaruh pakan terhadap kontribusi mineral dalam darah dan organ hewan JUNE MELLAWATI, SUHARYONO, dan SURTIPANTI S.	115
Penentuan unsur dalam beberapa bahan acuan standar dari IAEA dengan spektrometer pendar sinar-X YULIZON MENRY, JUNE MELLAWATI, dan YUMIARTI	123
Penyerapan dan distribusi monokrotofos dalam tanaman kacang hijau pada fase vegetatif dan generatif M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO	133
Studi perilaku residu karbaril (1-naftil-N-metilkarbamat) dalam tanah dengan teknik perunut ^{14}C ERRY ANWAR dan M. SULISTYATI TUNGGULDIHARDJO	137
Pembuatan formula dan pelepasan terkendali insektisida 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
Deteksi kerusakan pada DNA-DNA dengan teknik gel elektroforeza dan PCR MULYANING ARIHNA, RILISWA, SITI WATIKSONO, dan Sri S. ANDAYANI	163
Analisis kerusakan pada DNA-DNA dengan teknik gel elektroforeza dan PCR ARIYA M. HAGIHARA, M. KIKUCHI, Y. KOBAYASHI, dan H. WATANABE	169
Analisis kerusakan pada DNA-DNA dengan teknik gel elektroforeza dan PCR AMONI G.S. HERSYOYO, ROSALINA S.H., dan SRI PERNOMO	175
Dampak kerusakan pada DNA-DNA dengan teknik gel elektroforeza dan PCR DARWANTINI dan DILIAH SUMAIDI	181
Teknik analisis kerusakan pada DNA-DNA dengan teknik gel elektroforeza dan PCR SOBIRMAN SOROGEDJONO, NIKA SOFI AIA, dan SUSKANDARI	187
Analisis kerusakan pada DNA-DNA dengan teknik gel elektroforeza dan PCR LUKMAN SUMAIDI dan IRWANSYAH	193
Analisis kerusakan pada DNA-DNA dengan teknik gel elektroforeza dan PCR AGUSTIN M. HAGIHARA, WINARTI ANDAYANI, dan SURTIPANTI SADIRON	199

PENENTUAN RASIO ISOTOP $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ STANDAR KERJA J-1 DENGAN SPEKTROMETER MASSA

Evarista Ristin P.I, Zainal Abidin, dan Djiono

Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN

ABSTRAK

PENENTUAN RASIO ISOTOP $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ STANDAR KERJA J-1 DENGAN SPEKTROMETER MASSA. Teknik standar ekstraksi gas SO₂ adalah pembakaran contoh perak sulfida (Ag₂S) bersama tembaga (II) Oksida (Cu₂O) pada suhu 800–1100°C dalam kondisi vakum. Kemudian gas ini dialirkan ke spektrometer massa untuk penentuan rasio $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ($^{34}\delta\text{S}$). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai $^{34}\delta\text{S}$ standar kerja Ag₂S J-1 (Merck, Art. 12340) dan faktor koreksi alat spektrometer massa "Delta S". Analisis standar sekunder Ag₂S dari IAEA memberikan nilai $^{34}\delta\text{SCDT}$ adalah $4,8890 \pm 0,187\%$ /oo untuk R-2268, dan $20,034 \pm 0,238\%$ /oo untuk NZ-2, sehingga diperoleh nilai $^{34}\delta\text{SCDT}$ J-1 adalah $3,6355 \pm 0,152\%$ /oo dan faktor koreksi alat 1,07677.

ABSTRACT

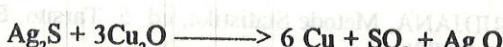
DETERMINATION OF $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ RATIO IN J-1 AS A WORKING STANDARD USING MASS SPECTROMETER. Standard technique for the extraction of SO₂ gas is combustion of silver sulphide (Ag₂S) with cuprous oxide (Cu₂O) at temperature 800–1100°C under vacuum condition. This gas is analyzed in mass spectrometer for $^{34}\text{S}/^{32}\text{S}$ ($^{34}\delta\text{S}$) analyses. This experiment aims to know the $^{34}\delta\text{S}$ value of Ag₂S- J-1, as a working standard (Merck, Art. 12340), and equipment correction factor of sulphide preparation line, as well as mass spectrometer "Delta S". The analyses of Ag₂S from IAEA as secondary standards, namely R-2368 and NZ-2, gave $^{34}\delta\text{SCDT}$ values of $1.1683 \pm 0.187\%$ /oo and $20.034 \pm 0.238\%$ /oo, and equipment factor was 1.07677.

PENDAHULUAN

Sulfur terdistribusi secara luas di alam, baik pada litosfer, biosfer, hidrosfer, maupun atmosfer bumi. Sulfur terikat sebagai senyawa sulfat, sulfida, atau sulfur elemental. Sulfur (Z=16) mempunyai 4 isotop stabil, yaitu ^{32}S , ^{33}S , ^{34}S , dan ^{36}S dengan kelimpahan berturut-turut 95,02; 0,75; 4,21 dan, 0,02%.

Isotop sulfur dapat digunakan untuk mengetahui sumber atau asal-usul batuan, polutan, minyak, air dan lain-lain, yaitu berdasarkan nilai perbandingan konsentrasi isotop ^{34}S terhadap isotop ^{32}S . Nilai ini dinyatakan dengan $^{34}\delta\text{S}$ (%/oo) terhadap standar treolit (FeS) Canon Diablo atau CDT. Untuk tujuan tersebut maka sejak tahun 1992 di laboratorium Hidrologi PAIR-BATAN telah dipasang alat spektrometer massa Delta S beserta alat ekstraksi gas SO₂, yang disebut Sulphide Preparation Line.

Teknik ekstraksi gas SO₂ untuk analisis $^{34}\delta\text{S}$ adalah melalui pembakaran contoh sulfida bersama senyawa pengoksidasi kupri oksida (CuO) atau kupro oksida (Cu₂O) pada suhu 800–1100°C dalam kondisi vakum (1). Contoh sulfida yang digunakan umumnya berupa perak sulfida (Ag₂S), karena senyawa ini merupakan hasil akhir pada reduksi sulfat menjadi gas CO₂ untuk analisis isotop oksigen dalam sulfat. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:



Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai $^{34}\delta\text{SCDT}$ Ag₂S J-1 (Merck, Art. 12340) dengan alat spektrometer massa Delta S dan alat pengekstraksi gas SO₂ Sulphide Preparation Line yang ada di laboratorium Hidrologi. J-1 digunakan sebagai standar kerja lokal (standar tersier) untuk menentukan $^{34}\delta\text{SCDT}$ contoh Ag₂S dari lapangan, sehingga perlu diketahui faktor koreksi alat yang dipakai. Untuk keperluan tersebut, dianalisis juga contoh standar sekunder dari IAEA, yakni NZ-2 dan R-2268 yang telah diketahui nilai $^{34}\delta\text{SCDT}$ -nya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat. Bahan yang digunakan ialah standar Ag₂S dari IAEA, yaitu NZ-2 dan R-2268, contoh Ag₂S dari Merck (Art. 12340) J-1, contoh Ag₂S dari lapangan, kupro oksida (Cu₂O) dan nitrogen cair.

Alat yang digunakan ialah alat Sulphide Preparation Line dilengkapi lempeng platina, kompresor dan komputer, spektrometer massa Delta S, alat timbang dan agate mortar.

Metode. Bagan kerja alat Sulphide Preparation Line yang dipakai dalam penelitian ini seperti terlihat pada Gambar-1. Bagian yang penting adalah: tempat pembakaran dan line vakum untuk pemurnian maupun koleksi gas SO₂. Urutan kerjanya adalah sebagai berikut:
 1. 15–20 mg contoh Ag₂S (enam contoh) yang telah

- dihaluskan bersama dengan 45-60 mg Cu₂O, dimasukkan dalam platina foil, kemudian dipasang pada tempat pembakaran (reaktor).
2. Line divakumkan hingga kira-kira 0 (nol) pascal.
 3. Semua contoh dipanaskan hingga 100°C untuk menghilangkan uap air dan gas-gas kontaminan lain. Gas-gas ini akan dibekukan pada pendingin I yang berisi nitrogen cair dan suhunya dijaga tetap pada -80°C selama proses.
 4. Contoh pertama dipanaskan hingga suhu 1000°C selama 8 menit. Gas SO₂ yang dilepaskan akan dibekukan pada pendingin II yang berisi nitrogen cair pada suhu -135 hingga -140°C. Pendingin ini dilengkapi dengan bubuk tembaga sebagai termokopel, sedangkan gas CO₂ yang mungkin ada sebagai kontaminan tidak membeku pada suhu -135°C dan akan dipompa keluar.
 5. Setelah semua gas SO₂ ditampung, pendingin II dipanaskan hingga suhu -80°C selama 1 menit. Gas SO₂ akan diuapkan kembali dan dibekukan dalam botol 1 (untuk contoh-1) yang tercelup dalam nitrogen cair.
 6. Demikian seterusnya untuk contoh-2 hingga 6 (dimulai pengerjaan pada tahap-4). Ke-6 contoh gas SO₂ ini kemudian dianalisis rasio ³⁴S/³²S-nya dalam spektrometer massa Delta S.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini digunakan Cu₂O sebagai donor oksigen dan dua standar Ag₂S dari IAEA (NZ-2 dan R-2268) yang telah diketahui nilai ³⁴S-nya. Mengingat keterbatasan jumlah standar dari IAEA, maka dibuat standar kerja lokal dari Merck (Art. 12340) yang selanjutnya disebut J-1. Standar primer (CDT) tidak digunakan dalam penelitian ini, karena sukar diperoleh, sehingga untuk menghitung ³⁴S suatu contoh Ag₂S terhadap CDT berlaku turunan rumus sebagai berikut:

$$\delta^{34}\text{S}_{\text{CDT}} = \left\{ \frac{1000 + \delta^{34}\text{S}^{\text{xsm}}}{1000 + \delta^{34}\text{S}^{\text{ysm}}} \times (1 + \delta^{34}\text{S}^{\text{CDT}}) - 1 \right\} \times 10^{-3}/\text{oo}$$

di mana:

³⁴S^{xsm} : nilai ³⁴S contoh x terhadap gas pembanding dalam spektrometer massa.

³⁴S^{ysm} : nilai ³⁴S standar y terhadap gas pembanding dalam spektrometer massa.

³⁴S^{yCDT} : nilai ³⁴S standar y yang telah ditetapkan IAEA terhadap CDT.

Berdasarkan rumus di atas, maka standar R-2268 dan NZ-2 saling menstandarkan untuk mengetahui nilai ³⁴S terhadap CDT. Faktor koreksi alat diperoleh dari perbandingan nilai ³⁴S_{CDT} yang telah ditetapkan oleh IAEA terhadap ³⁴S_{CDT} dari hasil penelitian. Tabel-1 adalah data nilai ³⁴S standar R-2268 terhadap CDT. Nilai ini diperoleh dengan memisalkan R-2268 sebagai contoh dan NZ-2 sebagai standar (³⁴S_{CDT} NZ-2 oleh IAEA = 21,7/oo, dan ³⁴S sm = 19,826/oo), maka diperoleh ³⁴S_{CDT} R-2268 adalah 4,4683 ± 0,187/oo. Menurut ROBINSON (3), DS-34_{CDT}

standar R-2268 adalah 3,3 ± 0,17/oo, sedangkan menurut SAKAI adalah 3,1 ± 0,2/oo.

Tabel-2 adalah data nilai ³⁴S standar Ag₂S NZ-2 terhadap CDT. Nilai ini dihitung dengan memisalkan NZ-2 sebagai contoh dan R-2268 sebagai standar (³⁴S_{CDT} R-2268 oleh IAEA = 3,25/oo dan ds-34sm = 3,0457/oo), maka diperoleh ³⁴S_{CDT} standar NZ-2 dalam penelitian ini adalah 20,034 ± 0,238/oo. Dengan demikian, faktor koreksi alat spektrometer massa bila digunakan NZ-2 sebagai standar adalah 0,6940 (dari 3,25/4,4640). Faktor ini digunakan sebagai konstanta perkalian rumus untuk menghitung ³⁴S_{CDT} contoh J-1, seperti terlihat pada Tabel-3.

Dengan menggunakan NZ-2 sebagai standar, maka diperoleh nilai ³⁴S_{CDT} contoh J-1 adalah 3,6355 ± 0,152/oo. Penelitian serupa juga dilakukan oleh ROBINSON di New Zealand, dan diperoleh nilai ³⁴S_{CDT} contoh J-1 adalah 3,64 ± 0,2/oo. Untuk menghitung faktor koreksi alat bila digunakan J-1 sebagai standar, yakni untuk menghitung ³⁴S_{CDT} suatu contoh lapangan, maka perlu dihitung nilai ³⁴S contoh R-2268 dan NZ-2 dengan J-1 sebagai standar (³⁴S_{sm} J-1 = 3,616). Diperoleh faktor koreksi alat dengan standar J-1 untuk contoh R-2268 adalah 1,06012 (dari 3,25/3,067), sedangkan untuk contoh NZ-2 adalah 1,09342 (dari 21,7/19,846). Faktor koreksi alat rata-rata dengan J-1 sebagai standar adalah 1,07677.

KESIMPULAN

Nilai ³⁴S_{CDT} standar sekunder Ag₂S R-2268 adalah 4,4683 ± 0,187/oo, nilai ³⁴S contoh standar NZ-2 adalah 20,034 ± 0,238/oo, dan nilai ³⁴S_{CDT} standar tersier Ag₂S J-1 dari Merck (Art.12340) adalah + 3,6355 ± 0,152/oo. Pengukuran contoh sulfida lapangan dapat menggunakan J-1 sebagai standar kerja dengan faktor koreksi alat 1,07677.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Brian W. Robinson yang telah membimbing dan mengadakan studi banding penelitian ini di Institute Of Geological and Nuclear Science, New Zealand.

DAFTAR PUSTAKA

1. FRITZ, P., DRIMMIE, R.J., and NOWICKI, W.K., Preparation of sulfur dioxide for mass spectrometer analyses by combustion of sulfide with copper oxide, *Analytical Chemistry* **46** 1 (1974).
2. HOEFS, J., Stable Isotope Geochemistry, 2 ed., New York (1980).
3. ROBINSON, B.W., and MINORU, M., Quantitative preparation of sulfur dioxide, for ³⁴S/³²S analyses, from sulfide by combustion with cuprous oxide, *Analytical Chemistry* **47** 7 (1975).
4. SUDJANA, Metode Statistika, ed. 5, Tarsito, Bandung (1989).

Tabel 1. Data nilai $\delta^{34}\text{S}$ standar R-2268 terhadap CDT

Berat (mg)		$\delta^{34}\text{S-sm}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S-CDT}$ (‰)
Ag ₂ S	Cu ₂ S		
20	63	2,957	4,595
20	61	3,093	4,731
20	60	3,106	4,744
20	60	3,193	4,831
20	61	2,982	4,620
20	60	2,478	4,385
20	60	2,833	4,471
20	62	2,884	4,522
20	60	3,341	4,979
20	61	2,864	4,502
20	60	2,747	4,385
20	60	3,381	5,020
17	56	3,032	4,670
16	58	3,056	4,694
17	59	3,026	4,664
15	54	3,056	4,694
14	45	3,176	4,814
18	55	3,348	4,987

Rata-rata nilai $\delta^{34}\text{S-sm}$ standar R-2268 = 3,0457‰Rata-rata nilai $\delta^{34}\text{S-CDT}$ standar R-2268 ± 0,187‰Tabel 2. Data nilai $\delta^{34}\text{S}$ standar NZ-2 terhadap CDT

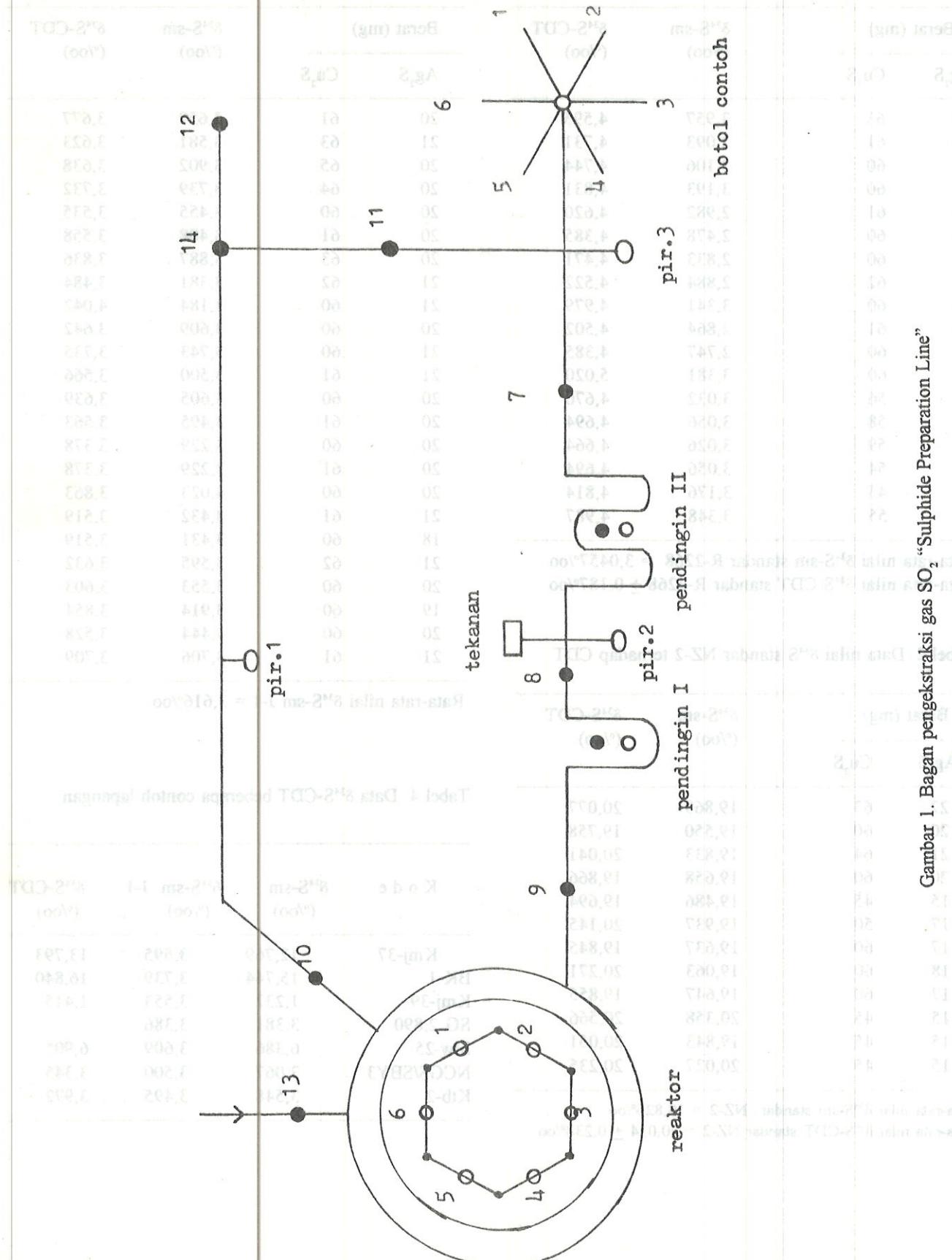
Berat (mg)		$\delta^{34}\text{S-sm}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S-CDT}$ (‰)
Ag ₂ S	Cu ₂ S		
22	63	19,869	20,077
20	60	19,550	19,758
21	64	19,833	20,041
20	60	19,658	19,866
15	45	19,486	19,694
17	50	19,937	20,145
17	60	19,637	19,845
18	60	19,063	20,271
17	60	19,647	19,855
15	45	20,358	20,566
15	45	19,843	20,051
15	45	20,027	20,235

Rata-rata nilai $\delta^{34}\text{S-sm}$ standar NZ-2 = 19,826‰Rata-rata nilai $\delta^{34}\text{S-CDT}$ standar NZ-2 = 20,034 ± 0,238‰Tabel 3. Data nilai $\delta^{34}\text{S}$ contoh J-1 terhadap CDT

Berat (mg)		$\delta^{34}\text{S-sm}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S-CDT}$ (‰)
Ag ₂ S	Cu ₂ S		
20	61	3,659	3,677
21	63	3,581	3,623
20	65	3,902	3,638
20	64	3,739	3,732
20	60	3,455	3,535
20	61	3,488	3,558
20	63	3,887	3,836
21	62	3,381	3,484
21	60	4,184	4,042
20	60	3,609	3,642
21	60	3,743	3,735
21	61	3,500	3,566
20	61	3,605	3,639
20	60	3,495	3,563
20	61	3,229	3,378
20	60	3,229	3,378
21	61	4,023	3,863
18	60	3,432	3,519
21	62	3,431	3,519
20	60	3,595	3,632
19	60	3,553	3,603
20	60	3,914	3,854
21	61	3,444	3,528
21	61	3,706	3,709

Rata-rata nilai $\delta^{34}\text{S-sm}$ J-1 = 3,616‰Tabel 4. Data $\delta^{34}\text{S-CDT}$ beberapa contoh lapangan

K o d e	$\delta^{34}\text{S-sm}$ (‰)	$\delta^{34}\text{S-sm}$ J-1 (‰)	$\delta^{34}\text{S-CDT}$ (‰)
Kmj-37	12,769	3,595	13,793
BK-1	15,744	3,739	16,840
Kmj-39	1,232	3,553	1,415
SG 2,890	3,381	3,386	
Slw-25	6,386	3,609	6,905
NCGS/SBY3	3,067	3,500	3,345
Ktb-2	3,548	3,495	3,972



Gambar 1. Bagian pengekstraksi gas SO_2 "Sulphide Preparation Line"

DISKUSI

MOCH. ROESLAN

- Anda menjelaskan, bahwa SO_2 dihasilkan dari persenyawaan Ag_2S dan Cu_2O .
1. Apakah pembuatan SO_2 dihasilkan dengan alat khusus atau secara konvensional?
 2. Apakah faktor koreksi sudah ditentukan pada alat Sulphide Preparation?

EVARISTA RISTIN

1. Dengan alat khusus, yaitu "Sulphide Preparation Line" yang telah dioperasikan secara komputerize.
2. Faktor koreksi alat yang dimaksud dalam penelitian ini adalah alat spektrometer massa "Delta S" dengan parameter nilai $\delta^{34}\text{S}$. Sedangkan faktor koreksi (mungkin yang dimaksud adalah faktor recovery) alat "Sulphide Preparation Line" dengan parameter tekanan gas SO_2 yang dihasilkan, tidak ditentukan dalam penelitian ini, karena tidak mempengaruhi nilai $\delta^{34}\text{S}$.

LILI A. BARDAN

1. Mengapa suhu pada pendingin 1 dan 2 adalah -80 dan -135°C?
2. Apa alasan Anda memakai standar NZ-2 dan R-2268. Apakah ada standar lain yang dapat digunakan untuk penelitian Anda?

EVARISTA RISTIN

1. Pada pendingin I (suhu -80°C) digunakan untuk membekukan uap air dan gas-gas pengotor, sedangkan pendingin II (suhu -135°C) digunakan untuk membekukan gas SO_2 , sehingga gas SO_2 akan termurnikan.

2. Selama ini standar sekunder Ag_2S yang telah ditetapkan oleh IAEA ialah NZ-2 dan R-2268 dengan nilai $\delta^{34}\text{S}$ telah diketahui, tetapi jumlahnya terbatas, sehingga perlu standar kerja. Ada standar sekunder Ag_2S lainnya, yaitu NZ-1, tetapi dengan dua standar sekunder di atas telah dapat digunakan untuk menghitung nilai $\delta^{34}\text{S}$ J-1 (standar kerja).

WIWIK SOFIARTI

Apakah teknik standar ekstraksi gas SO_2 dapat dipakai untuk analisis di mana gas SO_2 yang dihasilkan diperoleh dari hasil pembakaran, contoh yang bukan sedimen, misalnya karet?

EVARISTA RISTIN

Pada prinsipnya bisa, yaitu sebelum contoh diperlakukan dalam "Sulphide Preparation Line" ada preparasi pendahuluan untuk menghasilkan Ag_2S . Untuk contoh batuan, mineral dan bahan anorganik digunakan pereaksi KIBA ($\text{SnCl}_2 \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$). Untuk senyawa organik dengan konsentrasi sulfur tinggi digunakan pereaksi $\text{Cr(VI)} \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$ atau KIBA; sedangkan untuk senyawa organik dengan konsentrasi sulfur rendah digunakan pereaksi H_2PO_4 dan $\text{Cr(VI)} \cdot \text{H}_3\text{PO}_4$.

DISKURS

5. Gelemtas för att underlättar utvärderingar av Ag_2S och järn sulfat
som del av IAEA rapport NS-5 från R-2568 ger detta tillstånd
jämför diskussionen i tekniskt utvärderingsrapporten som följer.
Ja struktur känns att Ag_2S stannar sammansatt av silver
svart NS-1, leddes dock inte fram att struktur sammantaget är att
silver delat i gruppvisat formgivande områden runt
järn sulfat keden (se nedan).

WILHELM SÖDRAART

Abskrift levererad i samband med rapporten "Södra" sedan
diskuterat under samma år medan Ag_2S varit diskussionen
diskuterat från hittills komplett, också under senare
med misslyckade.

EVARISTA RISTIN

På en prisbelönta pris, även speciellt gjord
jämför diskut "Salpids Praktisering i röd", att bättre
beräkningsgrundar skulle möjliggöra Ag_2S till en konkurrens
position, men istället gav prisens utdelning att bättre
beräkningsgrundar skulle göra det möjligt att
minimera riskerna för att förlora förturerna vid
KBA ($\text{CuCl}\text{-H}_2\text{PO}_4$). Under senare årtionden försökte $\text{Cu}(\text{V})\text{-H}_2\text{PO}_4$
samt KBA, sedanefter under särskilt goda
förutsättningar i sällan längre tid fungera bättre
 $\text{Cu}(\text{V})\text{-H}_2\text{PO}_4$.

MOCH ROEKLIN

Ännu mer detaljerad rapport om Ag_2S -diskussionen har
beräknats i "Ag_2S och CuO ".
I "Älvkarps beräkningar om Ag_2S -diskussionen delades
severa sektioner fördelat över olika
5. Abskrift tillhör författnaren samband diskussionen beroende
på denna tidskrift.

EVARISTA RISTIN

5. Delen om Ag_2S från "Salpids Praktisering i röd".
Först delen föreläser om sambandet mellan komponenterna
och tekniken att använda diskussionsdelarna till
ränta till Ag_2S . Sedan föreläser om tekniken att
ta upp diskussionsdelarna till Ag_2S genom att
författnaren föreläser om tekniken att
ta upp diskussionsdelarna till Ag_2S genom att
författnaren föreläser om tekniken att
ta upp diskussionsdelarna till Ag_2S .

JULIA RISTIN

5. Abskrift från bokrecension i "Söder" från
1922 om "Älvkarps beräkningar om Ag_2S ".
Älvkarps beräkningar om Ag_2S är en
absolutt viktig del av den tekniken att
ta upp diskussionsdelarna till Ag_2S .

EVARISTA RISTIN

5. Abskrift från bokrecension i "Söder" från
1922 om "Älvkarps beräkningar om Ag_2S ".
Älvkarps beräkningar om Ag_2S är en
absolutt viktig del av den tekniken att
ta upp diskussionsdelarna till Ag_2S .