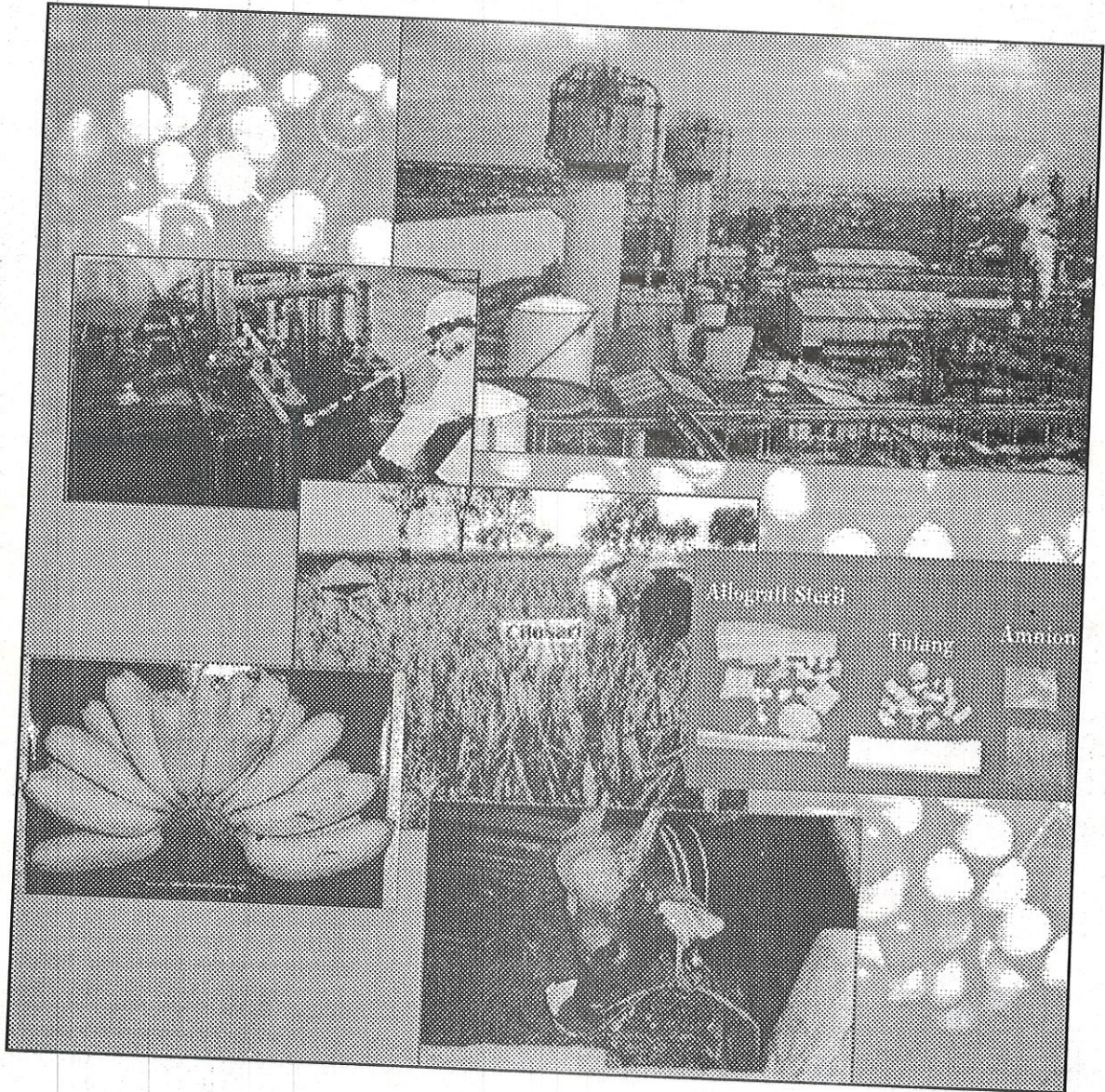


RISALAH PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



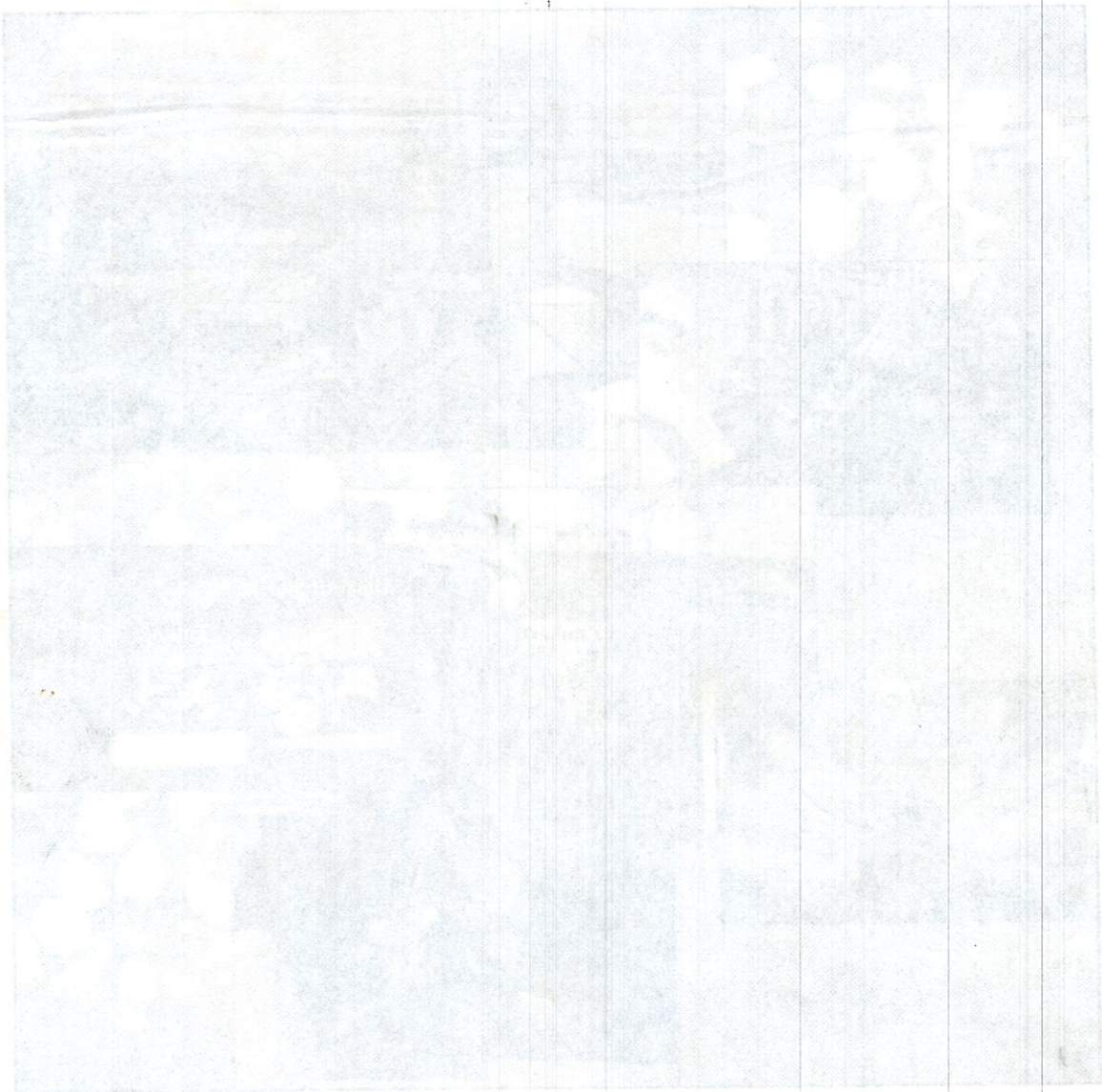
**Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan**



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
JAKARTA, 2002**

ISBN 979-82708-2-4

**APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
RESEPTIF DAN PENGEMBANGAN
KEMAJUAN PERTUMBUHAN ILMIAH**



**Pertanian dan Peternakan,
Industri, Lingkungan, Kesehatan**

**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
JAKARTA, 2002**



**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI
2 0 0 1**

Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001

Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan



**BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSLITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI**

RISALAH PERTUNJUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI

2001

Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001

Industri, Lingkungan, Kesehatan,
Pertanian dan Peternakan



BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL
PUSITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI

Penyunting :

- | | |
|---|---|
| 1. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D, APU | P3TIR - BATAN |
| 2. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU | P3TIR - BATAN |
| 3. Dr. F. Suhadi, APU | P3TIR - BATAN |
| 4. Ir. Elsje L. Pattiradjawane, MS, APU | P3TIR - BATAN |
| 5. Dr. Singgih Sutrisno, APU | P3TIR - BATAN |
| 6. Marga Utama, B.Sc, APU | P3TIR - BATAN |
| 7. Ir. Wandowo | P3TIR - BATAN |
| 8. Dr. Made Sumatra, MS, APU | P3TIR - BATAN |
| 9. Dr. Mugiono, APU | P3TIR - BATAN |
| 10. Drs. Edih Suwadji, APU | P3TIR - BATAN |
| 11. Dr. Sofjan Yatim | P3TIR - BATAN |
| 12. Dr. Ishak, M.Sc. M.ID, APU | P3TIR - BATAN |
| 13. Dr. Nelly D. Leswara | P3TIR - BATAN |
| 14. Dr. Ir. Komaruddin Idris | Universitas Indonesia Institut Pertanian Bogor |

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI (2002 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan aplikasi isotop dan radiasi, Jakarta, 6 - 7 Nopember 2001 / Penyunting, Nazly Hilmy ... (et al) -- Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, 2002. 1 jil.; 30 cm

Isi jil. 1. Industri, Lingkungan, Kesehatan, Pertanian dan Peternakan

ISBN 979-95709-8-0

1. Isotop - Seminar I. Judul II. Nazly Hilmy

541.388

Alamat : Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi
Jl. Cinere Pasar Jumat
Kotak Pos 7002 JKSKL
Jakarta 12070
Telp. : 021-7690709
Fax. : 021-7691607; 7513270
E-mail : p3tir@batan.go.id; sroji@batan.go.id
Home page : <http://www.batan.go.id/p3tir>

P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 P3TR - BATAN
 Universitas Indonesia
 Institut Pertanian Bogor

1. Dr. Nary Hilary, PhD, APU
 2. Dr. H. Moch. Idris, APU
 3. Dr. H. Sidiq, APU
 4. Dr. Elga L. Panandjawan, MS, APU
 5. Dr. Hengki Satrio, APU
 6. M. S. Umar, B.Sc., APU
 7. H. Wicaksono
 8. Dr. H. Sidiq, MS, APU
 9. Dr. Hengki Satrio, APU
 10. Dr. H. Sidiq, APU
 11. Dr. Hengki Satrio
 12. Dr. Hengki Satrio, MS, APU
 13. Dr. Nary D. Hilary
 14. Dr. H. Komarudin Idris

Pertanian

PERTANIAN MELALUI PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI
 (TOP DAN RAKAS) (2002 - JAKARTA) Risetlah pertanian rumah penelitian
 dan pengembangan rumah terpadu dan terpadu, Jakarta, 6 - 7 Desember 2001
 Program Nasional (2001) -- Jakarta: Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat
 Penelitian dan Pengembangan Teknologi Terpadu dan Riset, 2002.

Uji 1: Risetlah Penelitian Kesehatan, Pertanian dan Perikanan

ISBN 978-621-8-0

1. Terpadu - kesehatan, 1. Riset II. Nary Hilary

941.788

Alamat : Risetlah Terpadu Terpadu dan Risetlah
 II. Risetlah Terpadu
 Risetlah Terpadu Terpadu
 Jakarta 12070
 Telp. 021-7890709
 Faks. 021-7890707 7812300
 E-mail : risetlah@ipb.ac.id, risetlah@ipb.ac.id
 Home page : http://www.ipb.ac.id/rietal

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| Pengantar | i |
| Daftar Isi | iii |
| Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah | vii |
| Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional | ix |
| MAKALAH UNDANGAN | |
| Strategi Pengembangan Sumber Daya Manusia untuk Pemberdayaan Usaha Kecil Menengah PROF. Dr. ERIYATNO (Deputi SDM - BPSD KUKM) | 1 |
| Role of Isotopes and Radiation for Industrial Development and Advance Materials Dr. TADAO SEGUCHI (TRCRE, JAERI) | 5 |
| Strategi Pengembangan Industri Nasional Memasuki Abad Ke-21 Dirjen Industrial Kimia, Agro dan Hutan Industri | 9 |
| MAKALAH PESERTA | |
| Penyelidikan tingkat kebocoran bendungan Jatiluhur dengan pendekatan isotop alam dan hidro-kimia PASTON SIDAURUK, INDROJONO, DJIONO, EVA RISTA RISTIN, SATRIO, dan ALIP | 25 |
| Penyelidikan daerah imbuhan air tanah Bekasi dengan teknik hidroisotop SYAFALNI, M. SRI SAENI, SATRIO, dan DJIJONO | 33 |
| Indikasi erosi di daerah perkebunan teh - gunung mas - Puncak - Jawa Barat menggunakan isotop alam ¹³⁷ Cs NITA SUHARTINI, BAROKAH ALIYANTA, dan ALI ARMAN LUBIS | 43 |
| Penentuan konsentrasi ²²⁶ Ra dalam air minum dan perkiraan dosis interna dari beberapa lokasi di Jawa dan Sumatera SUTARMAN, MARZAINI NAREH, TUTIK INDIYATI, dan MASRUR | 49 |
| Daerah resapan air tanah cekungan Jakarta WANDOWO, ZAINAL ABIDIN, ALIP, dan DJIJONO | 57 |
| Radioaktivitas lingkungan pantai Makassar : Pemantauan unsur torium dan plutonium dalam sedimen permukaan A. NOOR, N. KASIM, Y.T. HANDAYANI, MAMING, MERLIYANI, dan O. KABI | 65 |
| Metode perunut untuk menganalisis sifat aliran air dalam jaringan pipa SUGIHARTO, PUGUH MARTYASA, INDROJONO, HARIJONO, dan KUSHARTONO.. | 69 |
| Penentuan nilai $\delta^{34}\text{S}$ dalam pupuk dan aplikasinya untuk menentukan sumber sulfur pada air tanah kampung Loji Krawang E. RISTIN PUJI INDIYATI, ZAINAL ABIDIN, JUNE MELLAWATI, PASTON SIDAURUK, dan NENENG L.R., | 75 |
| Pembuatan komposit campuran serbuk kayu - poliester - serat sabut kelapa untuk papan partikel SUGIARTO DANU, DARSONO, PADMONO, dan ANGESTI BETTY | 81 |
| Kombinasi pelapisan permukaan kayu lapis Meranti (<i>Shorea spp</i>) dengan metode konvensional dan radiasi Ultra Violet DARSONO, dan SUGIARTO DANU | 89 |

| | |
|--|-----|
| Studi kopolimerisasi radiasi stirena ke dalam film karet alam (Pengaruh dosis iradiasi dan kadar monomer) SUDRAJAT ISKANDAR, ISNI MARLIYANTI, dan MADE SUMARTI K. | 95 |
| Pengaruh pencucian dan pemanasan terhadap sifat fisik mekanik barang celup dari lateks alam iradiasi MADE SUMARTI K., MARGA UTAMA, dan DEVI LISTINA | 103 |
| Studi distribusi waktu tinggal pada proses pencampuran kontinyu dengan model bejana berderet SUGIHARTO, INDROJONO, KUSHARTONO, dan IGA WIDAGDA | 109 |
| Studi radiasi latar belakang sinar Gamma di laboratorium Sedimentologi, P3TIR, BATAN dengan spektrometri Gamma ALI ARMAN LUBIS, BAROKAH ALIYANTA, dan DARMAN | 117 |
| Penentuan Uranium dan Thorium sedimen laut dengan metode aktif dan pasif ALI ARMAN LUBIS, dan JUNE MELLAWATI | 125 |
| Deteksi virus hepatitis B (VHB) dalam serum darah dengan teknik PCR (<i>Polymerase Chain Reaction</i>) LINA, M.R., DADANG S., dan SUHADI, F., | 131 |
| Pendahuluan pembuatan Kit Ria mikroalbuminuria untuk pemeriksaan albuminuria SUKIYATI D.J., SITI DARWATI, GINA M., DJOHARLY, TRININGSIH, dan SULAIMAN | 137 |
| Ekstraksi Uranium dari limbah cair artifisial dengan teknik membran cair aliran kontinyu RUSDIANASARI, dan BUCHARI | 143 |
| Meningkatkan akurasi probabilitas pancaran sinar Gamma energi 165.9 keV untuk ^{139}Ba dengan peralatan koinsiden $4\pi\beta\text{-}\gamma$ NADA MARNADA, dan GATOT WURDIYANTO | 149 |
| Efek demineralisasi dan iradiasi gamma terhadap kandungan Kalsium dan kekerasan tulang <i>Bovine</i> liofilisasi B. ABBAS, F. ANAS, S. SADJIRUN, P. ZAKARIA, dan N. HILMY | 155 |
| <i>Rejection study of cancelous allograft in emergency orthopaedic operation</i> MENKHER MANJAS, and NAZLY HILMY | 161 |
| <i>Experience of using amniotic membrane after circumcision</i> MENKHER MANJAS, ISMAL, and DODY EFMANSYAH | 165 |
| <i>Using amniotic membrane as wound covering after cesarean section operation</i> MENKHER M., and HELFIAL HELMI | 169 |
| Efek <i>Glutathione</i> terhadap daya tahan khamir <i>Schizosaccharomyces pombe</i> yang diiradiasi dalam N_2 , N_2O , dan O_2 NIKHAM | 173 |
| Radiolisis pati larut sebagai senyawa model polisakarida. I. Efek pelarut dan laju dosis iradiasi YANTI S. SOEBIANTO, SITI MEILANI S., dan DIAH WIDOWATI | 181 |
| Pengaruh iradiasi gamma terhadap derajat kekuningan (<i>Yellowness Index</i>) dan sifat mekanik plastik pengemas makanan RINDI P. TANHINDARTO, dan DIAN I. | 191 |
| Metode analisis unsur dengan spektrometri <i>total reflection x-ray fluorescence</i> YULIZON MENRY, ALI ARMAN LUBIS, dan PETER WOBRAUSCHEK | 205 |

| | |
|--|-----|
| Pembentukan galur tanaman kacang tanah yang toleran terhadap Aluminium melalui kultur <i>in vitro</i> ALI HUSNI, I. MARISKA, M. KOSMIATIN, ISMIATUN, dan S. HUTAMI | 215 |
| Pembentukan kalus dan <i>spot</i> hijau dari kultur Antera galur mutan cabai keriting (<i>Capsicum annuum</i> L.) secara <i>in vitro</i> AZRI KUSUMA DEWI, dan ITA DWIMAHYANI | 221 |
| Peningkatan toleransi terhadap Aluminium dan pH rendah pada tanaman kedelai melalui kultur <i>in vitro</i> IKA MARISKA, SRI HUTAMI, dan MIA KOSMIATIN | 225 |
| Efek radiasi sinar gamma dosis rendah pada pertumbuhan kultur jaringan tanaman ciplukan (<i>Pysalis angulata</i> L.) ROSMIARTY A. WAHID | 235 |
| Pengujian galur mutan Sorghum generasi M4 terhadap kekeringan di Gunung Kidul SOERANTO, H., CARKUM, SIHONO, dan PARNO | 241 |
| Evaluasi penampilan fenotip dan stabilitas beberapa galur mutan kacang hijau di beberapa lokasi percobaan RIYANTI SUMANGGONO, dan SOERANTO HUMAN | 247 |
| Penggunaan pupuk hayati fosfat alam untuk meningkatkan produksi tanaman jagung di lahan kering HAVID RASJID, J. WEMAY, E.L. SISWORO, dan W.H. SISWORO | 255 |
| Pertumbuhan dan produksi kacang hijau pada kondisi ketersediaan air terbatas THOMAS | 261 |
| Peningkatan keragaman sifat agronomi tanaman melati <i>Jasminum sambac</i> (L.) W. Ait dengan teknik mutasi buatan LILIK HARSANTI, dan MUGIONO | 273 |
| Pengaruh sumber eksplan dan <i>Thidiazuron</i> dalam media terhadap regenerasi eksplan mutan nilam (<i>Pogostemon cablin</i> Benth.) ISMIYATI SUTARTO, MASRIZAL, dan YULIASTI | 281 |
| Kombinasi bahan organik dan pupuk N inorganik untuk meningkatkan hasil dan serapan N padi gogo IDAWATI, dan HARYANTO | 287 |
| Kuantifikasi transformasi internal ¹⁵ N untuk memprediksi daya suplai Nitrogen pada lahan paska deforestasi I.P. HANDAYANI, P. PRAWITO, dan E.L. SISWORO | 295 |
| Pengaruh fosfat alam dan pupuk kandang terhadap efisiensi pemupukan P pada oxisol Sumatera Barat JOKO PURNOMO, KOMARUDDIN IDRIS, SUWARNO, dan ELSJE L. SISWORO | 305 |
| Studi kandungan unsur mikro pada UMMB sebagai suplemen pakan ternak ruminansia FIRSONI, YULIZON MENRY, dan BINTARA HER SASANGKA | 313 |
| Penggunaan suplemen pakan dan pemanfaatan teknik <i>radioimmunoassay</i> (RIA) untuk meningkatkan efisiensi Inseminasi Buatan (IB) TOTTI TJIPTOSUMIRAT, DADANG SUPANDI, dan FIRSONI | 319 |
| Pembuatan antibodi pada kelinci yang diimunisasi dengan <i>Brucella abortus</i> SUHARNI SADI | 325 |

| | |
|--|-----|
| Pengaruh dosis inokulasi <i>Trypanosoma evansi</i> terhadap gambaran darah hewan inang mencit M. ARIFIN | 333 |
| Penentuan dosis iradiasi pada <i>Fasciola gigantica</i> (cacing hati) yang memberi perlindungan pada kambing B.J. TUASIKAL, M. ARIFIN, dan TARMIZI | 337 |
| Pengalihan jenis kelamin ikan nila gift (<i>Oreochromis nilotichus</i>) dengan pemberian hormon testosteron alami ADRIA P.M. HASIBUAN, dan JENNY M. UMAR | 345 |
| Pengamatan klinis dan serologis pada domba pasca vaksinasi L-3 iradiasi cacing <i>Haemonchus contortus</i> dalam uji skala lapangan SUKARJI PARTODIHARDJO, dan ENUH RAHARJO | 349 |
| Pengaruh iradiasi terhadap cemaran bakteri pada udang windu (<i>Penaeus monodon</i>) HARSOJO, DIDI ROHADI, LYDIA ANDINI S., dan ROSALINA S.H. | 355 |
| Kondisi optimal untuk penentuan radioaktivitas serangga hama bertanda P-32 dengan menggunakan pencacah sintilasi cair YARIANTO S., BUDI SUSILO, dan S. SUTRISNO | 361 |
| Kemandulan terinduksi radiasi pada hama kapas <i>Helicoverpa armigera</i> Hubner (Lepidoptera : Noctuidae) dan kemandulan yang diturunkan pada generasi F1 SUHARYONO, dan S. SUTRISNO | 367 |
| Pengembangan parasitasi <i>Biosteres</i> sp pada larva <i>Bactrocera carambolae</i> (DREW & HANCOCK) sebagai komplementer teknik serangga mandul DARMAWI SIKUMBANG, INDAH A. NASUTION, M. INDARWATMI, dan ACHMAD N. KUSWADI | 373 |
| Pengaruh iradiasi gamma terhadap Thiamin & Riboflavin pada ikan tuna (<i>T. thynnus</i>) dan salem (<i>Onchorhynchus gorbuscha</i>) segar RINDY P. TANHINDARTO, FOX, J.B., LAKRITZ, L., dan THAYER, D.W. | 379 |
| Budidaya ikan Nila gift yang diberi pakan pelet kelapa sawit YENNI M.U., dan ADRIA P.M. | 385 |
| Sintesis hidrogel kopolimer (2-hidroksi etil metakrilat/N-vinil pirrolidon) dengan iradiasi gamma dan imobilisasi ametrin ERIZAL | 389 |

INDIKASI EROSI DI DAERAH PERKEBUNAN TEH – GUNUNG MAS – PUNCAK – JAWA BARAT MENGGUNAKAN ISOTOP ALAM ^{137}Cs

Nita Suhartini*, Barokah Aliyanta* dan Ali Arman Lubis*
* Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

ABSTRAK

INDIKASI EROSI DI DAERAH PERKEBUNAN TEH – GUNUNG MAS – PUNCAK – JAWA BARAT MENGGUNAKAN ISOTOP ALAM ^{137}Cs . Erosi adalah suatu fenomena alam yang terjadi sebagai akibat dari penggundulan/pembukaan hutan. Gejala erosi juga dapat diamati menggunakan metode nuklir, yaitu suatu metode yang memanfaatkan keberadaan radioisotop alam ^{137}Cs di tanah. Radiogenik ^{137}Cs yang terdapat di tanah merupakan hasil uji coba senjata nuklir yang dilakukan pada sekitar tahun 1950-an. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa aktivitas total ^{137}Cs di daerah perkebunan teh – Gunung Mas – Puncak – Jawa Barat berkisar antara 150 Bq/m^2 – 1872 Bq/m^2 . Melalui hasil percobaan dapat dilihat bahwa titik-titik percobaan pada umumnya mengalami proses erosi, dan beberapa titik merupakan tempat deposit hasil erosi.

ABSTRACT

INDICATION OF EROSION AT TEA – PLANTATION – GUNUNG MAS – PUNCAK – WEST JAVA USING ENVIRONMENTAL ISOTOPE OF ^{137}Cs . Erosion is a natural phenomena as a result of deforestation. Indication of erosion could be investigated by nuclear methode that is used a natural radioisotope of ^{137}Cs in the soil. The present of ^{137}Cs in environment is a result of the nuclear weapon testing in the middle of 1950's. The result of this prestudy showed that the total activity of ^{137}Cs in the soil of Tea – Plantation – Gunung Mas – Puncak – West Java is between 150 Bq/m^2 – 1872 Bq/m^2 . The result showed that the activity of ^{137}Cs could be detected, and the erosion or deposition could be seen at the points of the investigation.

PENDAHULUAN

Penggunaan isotop radioaktif alam ^{137}Cs sebagai perunut untuk studi erosi semakin meningkat, karena mampu menjelaskan fenomena erosi secara lengkap, yang meliputi : sumber, arah pergerakan dan deposit. Penggunaan ^{137}Cs alam untuk studi erosi dan sedimentasi pertama kali dipelopori oleh McHenry dan Ritchie di USA sekitar tahun 1958 (1). Di Australia, studi ini pertama kali dilakukan sekitar tahun 1970-an.

Radioisotop alam ^{137}Cs dapat digunakan sebagai perunut karena mudah diidentifikasi atau sifat-sifat dinamikanya yang mudah untuk dipantau. Isotop ^{137}Cs merupakan suatu produk hasil reaksi fisi ($t_{1/2} = 30,2$ tahun). Hasil uji coba senjata thermonuklir menghasilkan sejumlah ^{137}Cs cukup berarti yang dilepaskan ke atmosfer dan isotop-isotop tersebut terdistribusi di permukaan bumi sebagai *fallout* (jatuhan). Ketika menyentuh permukaan bumi, secara cepat dan kuat akan teradsorpsi pada partikel-partikel sedimen (2), sehingga dapat dimanfaatkan sebagai perunut (*tracer*) pada pergerakan sedimen.

Aktivitas ^{137}Cs di tanah atau sedimen dapat diukur dengan cara meletakkan sampel tanah kering yang telah lolos ayakan 2,0 mm kedalam *merinelli* (wadah terbuat dari polietilen untuk tempat sampel yang akan dianalisis) dan dideteksi menggunakan detektor HPGe (Hyperpure Germanium). Puncak ^{137}Cs akan muncul pada energi 662 KeV. Konsentrasi ^{137}Cs biasanya dinyatakan per gram dari total sampel (mBq/g)

atau per luas area alat *coring* yang digunakan (mBq/cm^2).

Fallout ^{137}Cs pada permukaan bumi tidak terdistribusi secara merata. Pada umumnya konsentrasi ^{137}Cs yang ditemukan pada daerah utara lebih besar dari daerah selatan (Davis, 1963). Konsentrasi ^{137}Cs yang terdeteksi di Australia adalah ($50 - 60 \text{ mBq/cm}^2$) untuk daerah antara Selatan – barat Australia bagian Barat, dan (100 mBq/cm^2) untuk daerah Hunter Valley, NSW. Indonesia merupakan suatu wilayah yang juga memperoleh *fallaout* (jatuhan) partikel-partikel ^{137}Cs . Meskipun memperoleh jatuhan ^{137}Cs , tapi tidak semua wilayah yang ada di Indonesia dapat menggunakan metode teknik nuklir untuk mengestimasi laju erosi. Hal ini disebabkan ada beberapa lokasi, terutama disekitar kota-kota besar, lahan pertanian dan pemukiman telah mengalami pengolahan berupa pengambilan lapisan permukaan atau pengurugan dengan tanah yang berasal dari runtuh bangunan. Sehingga aktivitas ^{137}Cs -nya sudah tidak terdeteksi. Agar metode teknik nuklir untuk mengestimasi laju erosi total menggunakan isotop alam dapat dimanfaatkan, maka perlu dilakukan tinjauan awal lokasi penelitian untuk memperoleh data-data mengenai kandungan ^{137}Cs di tanah.

Melalui hasil analisis aktivitas ^{137}Cs dalam tanah, maka pada titik-titik percobaan dapat ditentukan apakah telah terjadi proses erosi atau deposit dan laju erosi untuk titik-titik tersebut dapat dihitung. Data-data perhitungan tersebut merupakan suatu petunjuk bahwa penelitian untuk mengestimasi laju erosi total pada areal yang lebih luas di lokasi tersebut dapat dilanjutkan.

Tujuan. Pada penelitian tahun lalu telah dapat ditentukan suatu lokasi pembanding (*reference site*), dimana aktivitas total ^{137}Cs di tanah dari lokasi ini akan digunakan sebagai pembanding untuk menghitung laju erosi.

Pada penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data-data yang lebih lengkap tentang kandungan ^{137}Cs di tanah, sehingga dapat diketahui apakah radioisotop pada lokasi tersebut masih dapat dimanfaatkan. Jika aktivitas ^{137}Cs di lokasi tersebut dapat diidentifikasi, maka penelitian akan dilanjutkan untuk mengestimasi laju erosi total pada areal yang lebih luas dengan menggunakan peta topografi.

Lokasi. Lokasi yang dipilih adalah perkebunan teh – Gunung Mas – Puncak – Jawa Barat. Alasan pemilihan perkebunan teh ini adalah karena pada perkebunan teh pengolahan tanah tidak dilakukan secara keseluruhan artinya ada lokasi/tempat yang tidak mengalami pengolahan tanah. Sehingga diharapkan kandungan ^{137}Cs -nya masih cukup tinggi dan dapat dideteksi dengan baik.

BAHAN DAN METODE

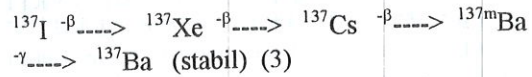
Pengambilan sampel. Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan menggunakan alat *coring* yang memiliki diameter dalam (di) adalah 7 cm, dan tinggi 22 cm. Sampel tanah diambil dengan jarak antara satu titik dengan titik yang lain adalah 20 m, dan dimasukkan kedalam kantong plastik bersih dan diberi kode.

Preparasi sampel. Di laboratorium, sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100 °C selama satu malam. Sampel yang telah kering kemudian ditimbang (W_s), dan dihancurkan menggunakan mesin penggiling tanah hingga lolos ayakan 2 mm. Setelah menggerus 1 sampel penggerus dibersihkan, sehingga sampel-sampel tidak terkontaminasi satu dengan lainnya.

Pengukuran sampel. Standar yang digunakan adalah standar tanah (Soil IAEA-375) dengan aktivitas $^{137}\text{Cs} = 5,28 \text{ Bq/g}$ pada tanggal 31 Desember 1991. Sebanyak 200 g standar dimasukan ke dalam merinelli, dan diukur aktivitasnya menggunakan detektor HPGe yang dihubungkan dengan ARTEC spectrum Master dan Multi-Channel Analyzer (MCA). Pengukuran dilakukan selama 24 jam. Setelah selesai pengukuran, standar dimasukan kembali ke tempatnya, dan disimpan sehingga dapat digunakan kembali untuk kalibrasi yang sama.

Untuk sampel tanah, sebanyak 200 g sampel kering ditimbang (W) dan dimasukan kedalam merinelli. Pengukuran sampel dilakukan selama minimum 8 jam. Setelah selesai pengukuran, sampel dimasukan kembali ke kantongnya dan disimpan. Jika diperlukan dapat dilakukan pengukuran kembali.

Analisis Data. Saat menganalisis ^{137}Cs pada tanah menggunakan MCA yang dilengkapi dengan detektor HPGe, unsur yang terdeteksi oleh detektor adalah $^{137\text{m}}\text{Ba}$. $^{137\text{m}}\text{Ba}$ (waktu paruh = 2,44 bln) adalah anak dari ^{137}Cs (waktu paruh = 30,17 thn), dan ini merupakan petunjuk tidak langsung dari penentuan aktivitas ^{137}Cs . Hal ini disebabkan ^{137}Cs pemancar sinar- β dan $^{137\text{m}}\text{Ba}$ pemancar sinar- γ , seperti yang terlihat pada rangkaian peluruhan dibawah ini :



MCA merupakan alat pendeteksi sinar gamma, jadi spektrum $^{137\text{m}}\text{Ba}$ yang akan terdeteksi oleh detektor pada energi 661 keV, selain spektrum $^{137\text{m}}\text{Ba}$ juga akan muncul spektrum ^{214}Bi sebagai pengganggu. Oleh karena itu, hasil cacahan pada energi 661 keV ini perlu dikoreksi terhadap spektrum ^{214}Bi . (2)
Besarnya koreksi spektrum ^{214}Bi pada energi 661 keV adalah :

Net Area ^{137}Cs (pada energi 661 keV)

Net Area $^{137\text{m}}\text{Ba}$ (pada energi 661 keV) - 0,035 x Net Area ^{214}Bi (pada energi 609 keV) (i)

Untuk penentuan faktor koreksi digunakan standar tanah dengan aktivitas ^{137}Cs yang telah diketahui (SOIL IAEA-375). Koreksi aktivitas ^{137}Cs standar hasil pengukuran terhadap aktivitas yang sesungguhnya menggunakan persamaan : (4)

$$A = A_o \cdot e^{-kt} \quad (ii)$$

dimana : A = Aktivitas standar ^{137}Cs pada saat pengukuran

A_o = Aktivitas standar ^{137}Cs yang dikoreksi

k = konstanta

t = lamanya peluruhan

Aktivitas standar yang diperoleh melalui pengukuran menggunakan MCA ini kemudian dibandingkan dengan aktivitas standar yang sebenarnya pada waktu yang sama.

Persamaan untuk menentukan faktor koreksi :

$$c.f = A_{so}/A_{ao} \quad (iii)$$

dimana : c.f = faktor koreksi

A_{ao} = Aktivitas yang didapat dari alat

A_{so} = Aktivitas yang sebenarnya

Faktor koreksi ini kemudian akan digunakan untuk mengkoreksi aktivitas ^{137}Cs yang diperoleh melalui pengukuran.

Persamaan yang digunakan adalah :

$$A_s = (c.f \times A_a)/W \quad (iv)$$

dimana : A_s = Aktivitas ^{137}Cs sampel yang terkoreksi (Bq/g)
 A_a = Aktivitas ^{137}Cs sampel yang didapat dari alat (Bq)
 W = Berat sampel yang dianalisis (gram)

Jika aktivitas dikonversi ke persatuan luas, maka digunakan persamaan :

$$A = A_s \cdot m \cdot a^{-1} \quad (v)$$

dimana : A = Aktivitas terkoreksi (Bq/m²)
 m = Massa kering sampel yang lolos ayakan 2 mm (g)
 a^{-1} = Luas permukaan alat sampling (m²)

Nilai total aktivitas ^{137}Cs dari masing-masing titik percobaan, kemudian dibandingkan dengan nilai total aktivitas ^{137}Cs dari lokasi pembanding. Hasil perbandingan tersebut adalah persen kehilangan ^{137}Cs (Caesium Soil Loss = CSL). Nilai negatif (-) menunjukkan bahwa pada titik tersebut terjadi erosi, sedangkan nilai positif (+) menunjukkan terjadi deposit. Persamaan untuk menghitung kehilangan ^{137}Cs adalah sebagai berikut : (3)

$$\text{CSL} (\%) = ((\text{CPI} - \text{CRI}) \times 100) / \text{CRI} \quad (vi)$$

dimana : CPI = Nilai total aktivitas ^{137}Cs pada titik percobaan
 CRI = Nilai total aktivitas ^{137}Cs pada lokasi pembanding

Dengan menggunakan nilai persen kehilangan ini, maka laju perpindahan tanah (*Soil Loss*) dapat dihitung. Dalam menghitung laju perpindahan tanah ini, diasumsikan bahwa lokasi adalah suatu daerah pertanian yang sudah lama tidak diolah (*Uncultivated Area*), karena perkebunan teh adalah suatu lokasi perkebunan yang tidak seluruhnya diolah. Sehingga perkebunan teh tergolong pada lokasi yang *uncultivated*.

Persamaan menghitung perpindahan tanah untuk daerah *uncultivated* adalah :

$$Y = 17,49 \times (1,0821)^X \quad (vii)$$

dimana : Y = Perpindahan tanah pada titik percobaan (kg/ha.thn)
 X = Persen kahilangan ^{137}Cs (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel dilakukan pada musim panas, karena ini lebih mudah dan menggunakan alat *coring*. Sampel dimasukkan kedalam kantong-kantong plastik yang bersih dan diusahakan agar tidak terkontaminasi satu dengan yang lain. Sampel-sampel tanah kemudian di bawa ke laboratorium Sedimentologi – SDAL – P3TIR untuk di preparasi dan dianalisis. Sedangkan lokasi pembanding yang dipilih adalah

Hutan lindung Gn. Pangrango, dengan aktivitas total ^{137}Cs -nya adalah 520 Bq/m² pada bulan November 1997.

Hasil analisis sampel tanah menghasilkan nilai cacahan untuk ^{137}Cs pada energi 661 keV. Hasil cacahan ini kemudian dikonversi menjadi satuan aktivitas (Bq/m²), dan nilai aktivitas ini digunakan untuk menghitung laju perpindahan tanah per titik percobaan. Perhitungan analisis sampel tanah menggunakan persamaan (i) s/d (vii). Contoh perhitungan adalah sebagai berikut :

- Nomor sampel = GM-1
- Cacahan pada energi 609 keV = 701
- Cacahan pada energi 661 keV = 266
- Dengan menggunakan persamaan (i) didapat :
 Net area ^{137}Cs (pada energi 661 keV)
 = 266 - 0,035 x 701 = 242
- Lamanya pencacahan = 86400 detik
- Aktivitas ^{137}Cs yang terdeteksi (A_a) = 242/86400 = 2,8 . 10⁻³ cps
- Berat sampel yang dicacah (W) = 200 g
- Untuk menghitung factor koreksi detector digunakan persamaan (ii) dan (iii).
 Standar yang digunakan Soil IAEA-375 dengan aktivitas ^{137}Cs (A_o) = 5,28 Bq/g
 (pada tanggal 31 Desember 1991)

Aktivitas yang terdeteksi pada tanggal 24 Juni 2000 (A_a) = 0,00258 Bq/g

- Aktivitas standar kemudian di konversi ke tanggal 24 Juni 2000.
 $T = 31$ Desember 1991 s/d 24 Juni 2000
 = 8,45 tahun
 $\lambda = e^{-kt} = \exp(-0,693 \times 8,45/30,174) = 0,8236$
 $A = A_o \times \lambda = 5,28 \times 0,8236 = 4,3486$ Bq/g
 c.f (factor koreksi) = $A/A_a = 4,3486/0,00258 = 168,79 = 169$
- Aktivitas total ^{137}Cs yang sebenarnya dihitung menggunakan persamaan (iv) :
 $A_s = (\text{cf} \times A_a) / W = (169 \times 2,8 \cdot 10^{-3})/200 = 2,37 \cdot 10^{-3}$ Bq/g
- Berat total kering sampel (m) = 565,6 g
- Luas area coring (a) = $\pi r^2 = \pi (7)^2 = 38,4845$ m²
 = 3,9 . 10⁻³ m²
- Aktivitas ^{137}Cs persatuan luas alat sampling adalah :
 $A = A_s \cdot m \cdot a^{-1}$
 = $(2,37 \cdot 10^{-3} \text{ Bq/g} \times 565,6 \text{ g}) / 3,9 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 = 343$ Bq/m²
- Untuk menghitung persen caesium yang hilang diperlukan nilai aktivitas total dari lokasi pembanding. Lokasi pembanding yang telah dipilih adalah Hutan Lindung Gn. Pangrango dengan aktivitas total ^{137}Cs pada bulan November 1997 = 520 Bq/m². Setelah dikonversi ke bulan Juni 2000 menggunakan persamaan (ii), diperoleh :

$$\text{CRI} = 491 \text{ Bq/m}^2$$

dimana : $CRI = \text{Aktivitas total } ^{137}\text{Cs dari lokasi pembeding}$

- Untuk menghitung persen kehilangan caesium (CSL) digunakan persamaan (vi) :

$$CSL (\%) = ((CPI - CRI) \times 100) / CRI$$

dimana : $CSL = \text{persen kehilangan caesium } (\%)$
 $CPI = \text{Aktivitas total } ^{137}\text{Cs dari titik percobaan } (Bq/m^2)$
 $CSL (\%) = ((343 - 491) \times 100) / 491 = -30$

Nilai CSL yang diperoleh adalah negatif (-), ini menunjukkan bahwa pada titik tersebut terjadi proses erosi.

- Laju perpindahan tanah dihitung menggunakan persamaan (vii) :

$$Y = 17,49 \times (1,0821)^x$$

dimana : $x = \text{persen kehilangan caesium } (\%) = -30$

$$Y = 17,49 \times (1,0821)^{-30} = 172 \text{ kg/ha.thn}$$

Karena nilai CSL yang diperoleh adalah negatif (-), maka pada titik tersebut telah terjadi proses erosi sebesar 172 kg/ha.thn atau $Y = -172 \text{ kg/ha.thn}$.

Hasil perhitungan untuk titik-titik percobaan yang lain dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 pada lampiran. Aktivitas ^{137}Cs pada lahan perkebunan teh tersebut berkisar antara $140 - 1872 \text{ Bq/m}^2$. Pada umumnya aktivitas ^{137}Cs di perkebunan teh tersebut berkisar antara $250 - 700 \text{ Bq/m}^2$. beberapa titik percobaan memiliki aktivitas lebih kecil dari 250 Bq/m^2 dan beberapa titik ada yang memiliki aktivitas lebih besar dari 700 Bq/m^2 .

Untuk titik-titik percobaan yang memiliki aktivitas antara $250 - 700 \text{ Bq/m}^2$ akan mengalami erosi yang kecil dan beberapa titik mengalami deposit tanah (penambahan aktivitas ^{137}Cs) (lihat Tabel 1 dan 2). Melalui hasil perhitungan tersebut dapat dilihat bahwa besarnya erosi pada titik-titik percobaan tersebut tidak terlalu besar untuk jangka waktu 1 tahun. Hal ini disebabkan karena akar-akar tanaman teh cukup kuat untuk menahan butiran-butiran tanah dari air hujan. Untuk sudut kemiringan 15° dan 45° tidak terlihat adanya perbedaan nilai aktivitas pada titik-titik percobaan. Sedangkan untuk laju erosi total akan dilakukan penelitian lanjutan, karena pada penelitian tersebut dibutuhkan dana yang lebih besar dan untuk mengestimasi laju erosi total diperlukan juga peta topografi dari lokasi penelitian.

Untuk titik-titik percobaan dengan aktivitas ^{137}Cs lebih kecil dari 250 Bq/m^2 menghasilkan perhitungan erosi yang cukup besar, dan ini kurang sesuai dengan hasil pengamatan secara konvensional. Kecilnya aktivitas tersebut disebabkan karena kemungkinan pada titik-titik percobaan tersebut telah mengalami pengolahan tanah, sehingga radioaktif ^{137}Cs telah terdistribusi hingga kedalaman lebih dari 20 cm,

sedangkan alat yang digunakan untuk sampling hanya mampu untuk kedalaman tanah hingga 22 cm. Faktor-faktor lain yang menyebabkan kecilnya aktivitas ^{137}Cs pada titik tersebut adalah adanya curah hujan yang cukup besar di daerah Puncak, dan banyaknya akar dari tumbuhan teh yang menyebabkan partikel ^{137}Cs akan terdistribusi pada kedalaman lebih dari 20 cm. Sedangkan untuk titik dengan aktivitas lebih besar dari 700 Bq/m^2 merupakan titik-titik tempat penampungan butiran-butiran tanah yang mengalami erosi atau hal lain adalah pada titik tersebut pernah mengalami penambahan tanah secara sengaja agar menjadi subur dan cocok untuk tanaman teh.

Melalui hasil percobaan dapat dilihat bahwa pada umumnya aktivitas ^{137}Cs di tanah pada perkebunan teh di daerah Puncak Jawa Barat dapat dideteksi, dan besarnya aktivitas tersebut dapat digunakan untuk studi erosi.

KESIMPULAN

Melalui hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa aktivitas ^{137}Cs di tanah pada perkebunan teh – Gunung Mas – Puncak dapat dideteksi, dan laju perpindahan tanah untuk setiap titik percobaan dapat ditentukan, sehingga pada titik-titik tersebut dapat diketahui apakah telah terjadi proses erosi atau deposit. Penelitian ini menginformasikan bahwa studi erosi lanjutan untuk mengestimasi laju erosi total pada perkebunan teh ini dapat dilakukan.

PUSTAKA

1. OUGHRAN, R.J., CAMPBELL, B.L., and LLIOTT, G.L., "Determination of Erosion and Accretion rate using Caesium-137", *Fluvial Geomorphology of Australia*, 1988, 87-89.
2. CAMPBELL, B.L., LOUGHRAN, R.J., and ELLIOTT, G.L., "Caesium-137 as indicator of Geomorphic processes in a drainage basin system", *Australian Geographical Studies* 20, (1982), 49-53.
3. WALLING, D.E., and QUINE, T.A., "Use of caesium-137 to investigate patterns and Rates of soil erosion on arable fields", In *Soil Erosion on Agricultural land*, (J. Boardman, I.D.L., Foster, and J.A. Dearing, Eds), John Wiley and Sons Ltd, (1990), 33-53.
4. ELLIOTT, G.L., LOUGHRAN, R.J., PROVE, E., and CAMPBELL, B.L., "Recalibration and test of caesium-137 based models for estimation of net soil erosion rates on cultivated and uncultivated land", *Applied Radiation and Isotope, International Journal of Radiation and Applied Instrumentation, Part A41*, (1990).

Tabel 1. Hasil perhitungan percobaan untuk lahan dengan kemiringan 45°

| No. | KODE SAMPEL | A ¹³⁷ Cs (Bq/m ²) | CSL (%) | LAJU EROSI (kg/ha.thn) | SLOPE (°) | A ¹³⁷ Cs (Bq/g) |
|-----|-------------|--|---------|------------------------|-----------|----------------------------|
| 1. | GM-1 | 343 | -30 | -172 | 45 | 2,37. 10 ⁻³ |
| 2. | GM-2 | 311 | -36 | -310 | 45 | 2,05. 10 ⁻³ |
| 3. | GM-3 | 1872 | 281 | - | 45 | 0,011 |
| 4. | GM-4 | 1124 | 180 | - | 45 | |
| 5. | GM-5 | 461 | -6 | -28 | 45 | 2,83. 10 ⁻³ |
| 6. | GM-6 | 387 | -21 | -90 | 45 | 2,74. 10 ⁻³ |
| 7. | GM-7 | 149 | -70 | -4380 | 45 | 1,11. 10 ⁻³ |
| 8. | GM-8 | 156 | -68 | -3770 | 45 | 1,54. 10 ⁻³ |
| 9. | GM-9 | 327 | -33 | -236 | 45 | 2,46. 10 ⁻³ |
| 10. | GM-10 | 396 | -19 | -78 | 45 | 2,91. 10 ⁻³ |
| 11. | GM-11 | 225 | -54 | -1240 | 45 | 1,76. 10 ⁻³ |
| 12. | GM-12 | 209 | -57 | -1603 | 45 | 2,05. 10 ⁻³ |
| 13. | GM-13 | 130 | -74 | -6006 | 45 | 1,06. 10 ⁻³ |
| 14. | GM-22 | 147 | -70 | -4360 | 45 | 1,11. 10 ⁻³ |
| 15. | GM-23 | 297 | -40 | -411 | 45 | 2,19. 10 ⁻³ |
| 17. | GM-24 | 456 | -7 | -30 | 45 | 3,25. 10 ⁻³ |
| 18. | GM-25 | 204 | -59 | -1840 | 45 | 1,62. 10 ⁻³ |
| 19. | GM-26 | 156 | -68 | -3770 | 45 | 1,20. 10 ⁻³ |
| 20. | GM-27 | 200 | -60 | -1990 | 45 | 1,63. 10 ⁻³ |
| 21. | GM-28 | 356 | -27 | -150 | 45 | 2,57. 10 ⁻³ |
| 22. | GM-29 | 248 | -50 | -904 | 45 | 1,91. 10 ⁻³ |
| 23. | GM-30 | 290 | -41 | -434 | 45 | 1,63. 10 ⁻³ |
| 24. | GM-31 | 300 | -40 | -380 | 45 | 2,20. 10 ⁻³ |
| 25. | GM-32 | 344 | -30 | -182 | 45 | 2,39. 10 ⁻³ |
| 26. | GM-33 | 260 | -47 | -713 | 45 | 1,84. 10 ⁻³ |
| 27. | GM-34 | 326 | -33 | -243 | 45 | 2,39. 10 ⁻³ |
| 28. | GM-35 | 539 | +10 | +40 | 45 | 3,63. 10 ⁻³ |
| 29. | GM-36 | 558 | +14 | +53 | 45 | 3,27. 10 ⁻³ |
| 30. | GM-37 | 370 | -24 | -120 | 45 | 2,57. 10 ⁻³ |
| 31. | GM-38 | 340 | -31 | -202 | 45 | 2,51. 10 ⁻³ |
| 32. | GM-39 | 409 | -16 | -64 | 45 | 2,48. 10 ⁻³ |
| 33. | GM-40 | 330 | -33 | -236 | 45 | 2,31. 10 ⁻³ |
| 34. | GM-41 | 787 | +61 | +2143 | 45 | 4,53. 10 ⁻³ |
| 35. | GM-42 | 484 | -1,5 | -20 | 45 | 3,29. 10 ⁻³ |
| 36. | GM-43 | 639 | +31 | +290 | 45 | 4,02. 10 ⁻³ |
| 37. | GM-44 | 474 | -3,5 | -23 | 45 | 3,16. 10 ⁻³ |
| 38. | GM-45 | 679 | +40 | 380 | 45 | 4,87. 10 ⁻³ |
| 39. | GM-46 | 156 | -68 | -3740 | 45 | 1,17. 10 ⁻³ |
| 40. | GM-47 | 160 | -67 | -3530 | 45 | 1,11. 10 ⁻³ |
| 41. | GM-48 | 251 | -50 | -835 | 45 | 1,77. 10 ⁻³ |
| 42. | GM-49 | 379 | -23 | -100 | 45 | 2,31. 10 ⁻³ |

Tabel. 2. Hasil perhitungan percobaan untuk lahan dengan kemiringan 15°

| No. | KODE SAMPEL | A ¹³⁷ Cs (Bq/m ²) | CSL (%) | LAJU EROSI (kg/ha.thn) | SLOPE (°) | A ¹³⁷ Cs (Bq/g) |
|-----|-------------|--|---------|------------------------|-----------|----------------------------|
| 1. | GM-14 | 142 | -71 | -4725 | 15 | 1,11. 10 ⁻³ |
| 2. | GM-15 | 230 | -53 | -1142 | 15 | 1,65. 10 ⁻³ |
| 3. | GM-16 | 256 | -48 | -750 | 15 | 1,28. 10 ⁻³ |
| 4. | GM-17 | 297 | -40 | -411 | 15 | 2,14. 10 ⁻³ |
| 5. | GM-18 | 439 | -10 | -40 | 15 | 3,59. 10 ⁻³ |
| 6. | GM-19 | 277 | -44 | -563 | 15 | 2,03. 10 ⁻³ |
| 7. | GM-20 | 328 | -33 | -235 | 15 | 2,30. 10 ⁻³ |
| 8. | GM-21 | 279 | -43 | -520 | 15 | 2,48. 10 ⁻³ |
| 9. | GM-50 | 387 | -21 | -92 | 15 | 2,64. 10 ⁻³ |
| 10. | GM-51 | 232 | -53 | -1100 | 15 | 1,54. 10 ⁻³ |
| 11. | GM-52 | 128 | -74 | -6000 | 15 | 1,05. 10 ⁻³ |
| 12. | GM-53 | 330 | -33 | -228 | 15 | 2,39. 10 ⁻³ |
| 13. | GM-54 | 310 | -37 | -324 | 15 | 2,44. 10 ⁻³ |
| 14. | GM-55 | 253 | -48 | -790 | 15 | 1,88. 10 ⁻³ |
| 15. | GM-56 | 152 | -70 | -4048 | 15 | 0,98. 10 ⁻³ |
| 16. | GM-57 | 310 | -37 | -314 | 15 | 1,88. 10 ⁻³ |
| 17. | GM-58 | 144 | -70 | -4740 | 15 | 1,19. 10 ⁻³ |
| 18. | GM-59 | 295 | -40 | -400 | 15 | 2,14. 10 ⁻³ |
| 19. | GM-60 | 241 | -50 | -978 | 15 | 1,40. 10 ⁻³ |

DISKUSI

WIWIK SOFIARTI

Apakah kalau dengan isotop alam di tempat deposit hasil erosi jumlahnya jauh lebih besar dari kandungan isotop alam di tempat yang mengalami erosi ? Pada tahun berapa penelitian atau pemanfaatan di lakukan ?

NITA SUHARTINI

1. Untuk menentukan apakah telah terjadi proses deposit atau erosi pada suatu titik percobaan, maka

perlu di dapat nilai aktivitas ¹³⁷Cs dari lokasi pembanding. Jika aktivitas total ¹³⁷Cs dari titik percobaan lebih besar dari nilai lokasi pembanding maka pada titik tersebut telah terjadi proses deposit, dan bila aktivitas total ¹³⁷Cs titik percobaan lebih kecil dari nilai lokasi pembanding maka telah terjadi proses erosi. Melalui penjelasan ini dapat disimpulkan bahwa aktivitas total ¹³⁷Cs pada tempat deposit lebih besar dari tempat erosi.

2. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2000, sedangkan pemilihan lokasi pembanding pada tahun 1999.