

**RISALAH PERTEMUAN ILMIAH
PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
1999/2000**

Jakarta, 23 - 24 Februari 2000

**Tema :
Peranan Teknologi Isotop dan Radiasi
untuk Mensejahterakan Masyarakat**



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

Penyunting :	1. Dr. F. Suhadi, APU	P3TIR - BATAN
	2. Dr. Ir. Moch. Ismachin, APU	P3TIR - BATAN
	3. Ir. Simon Manurung, M.Sc	P3TIR - BATAN
	4. Ir. Elsje L. Sisworo, M.Si, APU	P3TIR - BATAN
	5. Dra. Nazly Hilmy, Ph.D, APU	P3TIR - BATAN
	6. Dr. Singgih Sutrisno, APU	P3TIR - BATAN
	7. Marga Utama, B.Sc, APU	P3TIR - BATAN
	8. Ir. Wandowo	P3TIR - BATAN
	9. Dr. Made Sumatra, M.Si	P3TIR - BATAN
	10. Dr. Darmawan Darwis	P3TIR - BATAN
	11. Hendig Winarno, M.Sc	P3TIR - BATAN
	12. Dr. Nelly D. Leswara	(Universitas Indonesia)
	13. Dr. Komarudin Idris	(Institut Pertanian Bogor)

PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI (2000 : JAKARTA), Risalah pertemuan ilmiah penelitian dan pengembangan teknologi isotop dan radiasi, Jakarta, 23 - 24 Februari 2000 / Penyunting, F. Suhadi ... (et al) -- Jakarta : Badan Tenaga Nuklir Nasional, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Isotop dan Radiasi, 2000.
1 jil. ; 30 cm

Isi jil. I. Pertanian, peternakan, proses industri, hidrologi, dan lingkungan

ISBN 979-95709-5-6

I. Isotop - Seminar I. Judul II. Suhadi, F.

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 pairlib@hotmail.com; sroji@batan.go.id

DAFTAR ISI

Pengantar	i
Daftar Isi	iii
Laporan Ketua Panitia Pertemuan Ilmiah	vii
Sambutan Kepala Badan Tenaga Nuklir Nasional	ix

MAKALAH UTAMA

Arah Kebijakan Riset dan Teknologi dalam Memasuki Milenium Ketiga A. AZIZ DARWIS (Asisten Menristek Bidang Pengembangan Ristek)	1
--	---

MAKALAH UNDANGAN

Community Development by Radiation Processing of Natural Resources Keizo Makuuchi (Takasaki Radiation Chemistry Research Establishment, JAERI, Japan)	9
Perkembangan Penggunaan Teknik Radioperunut dalam Industri WANDOWO (P3TIR, BATAN)	11
Arti Strategis Teknik Radiotracer dan Radioscanning dalam Industri Pupuk WIBISONO SOEYOSO DAN M. ABBAD (P.T. Pupuk Sriwijaya)	17
Langkah-langkah Strategis untuk Menjadikan Tanaman Obat Asli Indonesia Menjadi Sediaan Fitofarmaka JAMES M. SINAMBELA (P.T. Indo Farma)	21
Potensi Tumbuhan Obat Asli Indonesia Sebagai Produk Kesehatan H. M. HEMBING WIJAYAKUSUMA (Himpunan Pengobatan Tradisional dan Akupuntur Se-Indonesia)	25

MAKALAH PESERTA

Gamma radiation induce clonal variation in <i>Catharantus roseus</i> (L) Don. SUMARYATI SYUKUR	33
Pengembangan teknik " ³² P- post labelling" untuk mendeteksi dini risiko kanker BUDIAWAN	39
Penggunaan metode <i>radioassay</i> teknik fase padat dalam reaksi fiksasi α -Kobratoksin terhadap reseptor koligernik NURLAILA Z.	45
Perbandingan dua formula radiofarmaka sidik otak ^{99m} Tc-ESD beserta karakteristiknya NANNY KARTINI, KUSTIWA, RUKMINI ILYAS, DAN ISWAHYUDI	51
Pembentukan radikal bebas pada <i>Graft</i> tulang manusia dan <i>Bovine</i> iradiasi BASRIL ABBAS, SUTJIPTO SUDIRO, DAN NAZLY HILMY	57
Pengaruh iradiasi sinar gamma pada <i>Salmonella chester</i> dan sensitivitasnya terhadap antibiotika T. HASAN BASRY	63
Pengujian isolat klinik <i>Mycobacterium tuberculosis</i> resisten terhadap beberapa antibiotika dengan metode reaksi berantai polimerase / <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR) MARIA LINA R., DADANG, S., DAN F. SUHADI	69

Deteksi cepat bakteri <i>Escherichia coli</i> enterohemoragik (EHE) dengan metode PCR (Polymerase Chain Reaction) DADANG SUDRAJAT, MARIA LINA R, DAN F. SUHADI	75
Studi radikal bebas biji pulasari (<i>Alyxia reinwardtii</i> . BI) hasil radiasi gamma menggunakan <i>Electron Spin Resonance</i> (ESR) ERIZAL DAN RAHAYU CHOSDU	81
Aplikasi program database dalam seleksi galur mutan sorghum (<i>Sorghum bicolor</i> L.) SOERANTO, H.	87
Proporsi sumbangan Nitrogen oleh tanah, pupuk dan <i>Pseudomonas putida like</i> dalam tanaman sorghum pada inceptisol Sumatra Selatan A.A.I. KESUMADEWI, ISWANDI ANAS, D.A. SANTOSA, DAN ELSJE L. SISWORO	95
Analisis pemberian limbah pertanian abu sekam sebagai sumber silikat pada andisols dan oxisol terhadap pelepasan fosfor terjerap dengan teknik perunut ³² P ILYAS, SYEKHFANI, DAN SUGENG PRIJONO	103
Serapan N berasal dari sludge iradiasi yang dikombinasikan dengan pupuk N oleh tanaman terong M.M. MITROSUHARDJO, HARYANTO, S. SYAMSU, HARSOJO DAN N. HILMY	111
Tanggapan tanaman padi sawah terhadap pemadatan tanah IDAWATI DAN HARYANTO	115
Hasil gabah dan sumbangan N pupuk yang dipengaruhi oleh pemberian Zeolit dan pupuk hijau Sesbania pada tanaman padi sawah HARYANTO, IDAWATI DAN TAMSIL LAS	121
Pengamatan dinamika populasi dan penangkapan massal lalat buah <i>Bactrocera carambolae</i> (Drew & Hancock) untuk pengendalian di kebun mangga A.N. KUSWADI, M. INDARWATMI, I.A. NASUTION, D. SIKUMBANG DAN T. HIMAWAN	127
Pemanfaatan ragi produk lokal untuk substitusi ragi torula dalam formulasi makanan buatan larva lalat buah (<i>Bactrocera carambolae</i> Drew & Hancock) D. SIKUMBANG, I.A. NASUTION, M. INDARWATMI, DAN A.N. KUSWADI	133
Efisiensi N-Urea pada padi sawah yang diaplikasikan dengan <i>azolla</i> HAVID RASJID, ELSJE L. SISWORO, Y. WEMAY, DAN W.H. SISWORO	139
Uji aplikasi formulasi pelepasan terkendali insektisida karbofuran pada tanaman padi varietas cilosari M. SULISTYATI, ULFA T.S, SOFNIE M.CH., A.N. KUSWADI, DAN M. SUMATRA	145
Translokasi herbisida 2,4-D- ¹⁴ C pada tanaman gulma dan padi pada sistem persawahan SOFNIE M. CHAIRUL, MULYADI DAN IDAWATI	151
Pengaruh iradiasi terhadap infektivitas metaserkaria <i>Fasciola gigantica</i> pada kambing M. ARIFIN, BOKY J.T., DAN TARMIZI	157
Pengaruh vaksinasi dengan larva tiga <i>Haemonchus contortus</i> iradiasi terhadap respon kekebalan pada domba BERIAJAYA DAN SOEKARDJI P.	163
Kultivasi jamur kuping (<i>Auricularia</i> sp.) dalam media tandan kosong kelapa sawit dan serbuk gergaji hasil iradiasi ENDRAWANTO DAN E. SUWADJI	169
Limbah agroindustri dan peternakan ayam sebagai pakan tambahan ikan nila HARSOJO, ANDINI, L.S., ROSALINA, S.H. DAN SUWIRMA, S.	175

Pengukuran serapan polutan gas NO ₂ pada tanaman tipe pohon, semak dan penutup tanah dengan menggunakan gas NO ₂ berlabel ¹⁵ N NIZAR NASRULLAH, SOERTINI GANDANEGARA, HENY SUHARSONO, MARIETJE WUNGKAR DAN ANDI GUNAWAN	181
Interaksi uap reservoir dan aquifer di sekelilingnya pada lapangan panas bumi Kamojang ZAINAL ABIDIN, WANDOWO, DJIONO, ALIP, DAN WIBAGIYO	187
Penelitian asal-usul berbagai sumber air di sekitar bendungan Ngancar Wonogiri, Jawa Tengah dengan teknik isotop alam PASTON SIDAURUK, INDROJONO, WIBAGIYO, BUNGKUS PRATIKNO, DAN EVARISTA RISTIN	195
Studi arah dan penyebaran rembesan air Danau Batur menggunakan isotop alam Oksigen-18 dan Deuterium WIBAGIYO, INDROYONO, PASTON S, ZAINAL A, EVARISTIN	201
Penentuan lokasi pembanding berdasarkan distribusi ¹³⁷ Cs lapisan tanah dari beberapa lokasi stabil NITA SUHARTINI, DARMAN, HARYANTO, DAN DJAROT AS.	207
Penentuan nilai rasio isotop Oksigen (¹⁸ O/ ¹⁶ O) dan Sulfur (³⁴ S/ ³² S) dari BaSO ₄ DIN 5033 (MERCK) untuk standar internal EVARISTA RISTIN P.I, PASTON SIDAURUK, WIBAGYO, DJIONO, DAN SATRIO	217
Scanning kolom proses dengan teknik serapan sinar gamma di UP-IV Pertamina Cilacap SIGIT BUDI SANTOSO, KUSHARTONO, BISANA, DAN EKO MULYANTO	225
Pengukuran tebal pipa terselubung dengan teknik radiografi tangensial menggunakan sumber Iridium-192 SOEDARDJO	229
Pelapisan permukaan pelepah batang pisang batu (<i>Musa brachycarpa</i>) dengan radiasi sinar-UV SUGIARTO DANU, AGUS NURHADI, RITA PUSPITA, DAN ANIK SUNARNI	237
Sifat mekanik komposit campuran Zeolit-PVA yang diiradiasi sinar-γ ⁶⁰ Co DARSONO, SUGIARTO DANU, DAN TAMZIL LAS	245
Pengaruh radiasi sinar-γ dan penambahan kalsium karbonat pada sifat fisika dan mekanik kompon karet alam SUDRADJAT ISKANDAR, ISNI MARLIYANTI, KADARIJAH, DAN MADE SUMARTI KARDHA	251
Studi perbandingan degradasi secara enzimatik campuran CPP/Bionolle dan CPP/PCL dengan modic NIKHAM, FUMIO YOSHII DAN K. MAKUUCHI	259
Sintesis dan karakterisasi Wolfram - Ftalosianin untuk bahan sasaran radioisotop Wolfram-188 (¹⁸⁸ W) aktivitas jenis tinggi DUYEH SETIAWAN	269
Uji aktivitas mikrofungsi asal lingkungan tangki reaktor Triga Mark II terhadap korosi Aluminium ROSMIARTY A. WAHID, LUKMAN UMAR DAN YANI YESTIANI	275
Pemisahan uranium dari hasil belah Zr dan Ru dengan menggunakan TBP 30% - dodekan dalam medium asam nitrat sebagai bahan ekstraktor R. DIDIEK HERHADY, BUSRON MASDUKI, DAN SIGIT	283

SIFAT MEKANIK KOMPOSIT CAMPURAN ZEOLIT-PVA YANG DIIRADIASI SINAR - γ Co-60

Darsono*, Sugiarto Danu*, dan Tamzil Las**

* Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

** Pusat Pengembangan Pengolahan Limbah Radioaktif, BATAN, Serpong

ABSTRAK

SIFAT MEKANIK KOMPOSIT CAMPURAN ZEOLIT-PVA YANG DIIRADIASI SINAR - γ Co-60. Penelitian pembuatan komposit Zeolit-PVA untuk absorbansi telah dilakukan dengan pengeringan (*curing*) menggunakan sinar γ dari Co-60. Butiran zeolit berukuran sekitar 60 mesh dicampur dengan PVA (polivinil alkohol) dan diaduk hingga homogen, pada konsentrasi PVA 6, 9 dan 12 % berat, kemudian contoh uji dimasukkan dalam tabung kaca (panjang = 100 mm, dan diameter = 10 mm) dan diiradiasi pada dosis 10, 20, 30 dan 40 kGy dengan laju dosis 7,5 kGy/ jam. Parameter yang diamati meliputi densitas, kuat tekan dan kekerasan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsentrasi polivinil alkohol dalam campuran berpengaruh sangat nyata terhadap densitas dan kuat tekan komposit, namun hampir semua contoh uji mempunyai kekerasan antara 4 -5 H, kecuali komposit yang mengandung 6 % polivinil alkohol, mempunyai kekerasan 2 dan 3 H.

Kata Kunci : Komposit, zeolit, PVA, iradiasi sinar γ - Co-60

ABSTRACT

MECHANICAL PROPERTY OF ZEOLIT-PVA COMPOSITE MIXTURE IRRADIATED BY Gamma RAY of Co-60. Experiment on preparation of zeolit- polyvinyl alcohol composite for absorbance materials have been done by curing using γ -ray of Co-60. Zeolit with the particles size of 60 mesh was mixed with polyvinyl alcohol (PVA) at the concentration of the mixture were 6, 9, and 12 % by weight, than they were poured into glass tube (length = 100 mm ; diameter = 10 mm) and irradiated at the doses of 10, 20, 30 and 40 kGy with the dose rate of 7,5 kGy/ hr. Parameters observed were density, compressive strength, and hardness. Experimental results showed that polyvinyl alcohol in the mixture was significant effect to density and compressive strength, where as the irradiation dose was highly significant effect to compressive strength. The effect interaction between dose and polyvinil alcohol concentration factors had significant effect to density or compressive strength. Almost all samples have pencil hardness of 4 - 5 H, except for composite containing 6 % PVA, has pencil hardness of 2 - 3 H.

Key word : Composite, Zeolit, PVA, Irradition, Gamma RayCo-60

PENDAHULUAN

Kebutuhan bahan baku mineral industri di Indonesia setiap tahun bertambah sekitar 11,59 %. Salah satu bahan mineral yang mempunyai nilai tambah ekonomi adalah batu zeolit. Zeolit telah banyak digunakan sebagai bahan bangunan, misalnya untuk pelapis dinding. Pada saat proses pembelahan dan pemotongan batuan zeolit banyak terdapat potongan-potongan kecil sehingga tidak dapat dipakai untuk bahan bangunan. Potongan-potongan kecil ini dapat dibuat butiran dengan cara digerus atau dihaluskan kemudian diayak sehingga mempunyai kehalusan tertentu. Jika butiran zeolit ini dimodifikasi dapat dimanfaatkan sebagai komoditi industri sehingga dapat untuk substitusi bahan-bahan yang selama ini diimpor, misalnya komposit membran untuk penukar ion dan ultrafiltrasi (1,2).

Zeolit adalah termasuk mineral yang dapat digunakan dalam berbagai keperluan industri mulai dari untuk membantu proses sampai pengolahan limbah industri. Khusus dalam pengolahan limbah industri zeolit telah lama dikenal. Dari hasil pengalaman terdahulu menunjukkan bahwa untuk mencapai penyerapan yang optimal, pada mineral sebelum digunakan, untuk proses

pemurnian dimodifikasi strukturnya atau dibuat ukuran lebih besar sehingga *clogging* pada teknik kolom dapat dihindarkan bila digunakan pada kecepatan alir tertentu (debit 2500 ml/jam) (2,3).

Dengan menggunakan polimer organik diharapkan partikel zeolit yang kecil dapat direkat menggunakan polimer dan dapat dicetak serta dibuat sesuai kebutuhan misalnya dalam bentuk granula, pelet, lembaran, *hollow* yang saat ini banyak dikembangkan sebagai membran anorganik (komposit sorben) pada teknik ultrafiltrasi dalam proses pemisahan kimia. Disamping itu, dengan menggunakan komposit sorben, imobilisasi limbah akan semakin ideal pada sedimentasi limbah dengan matriks semen (4).

Salah satu polimer yang mempunyai sifat hidrofilik dan sebagai perekat adalah poli vinil alkohol. Pada percobaan sebelumnya telah dipelajari pembuatan komposit zeolit-PVA dengan cara radiasi sinar γ dari Co-60. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa komposit ini dapat dipakai untuk penyerapan Sr-90 (2). Karena dalam aplikasinya sering digunakan pada tertentu debit 2500 ml/jam untuk kolom yang mempunyai diameter 2 cm, maka komposit tersebut memerlukan sifat mekanik yang baik. Pengujian sifat mekaniknya pada penelitian tersebut belum dilakukan, sehingga perlu

dilakukan untuk mendukung dalam aplikasinya. Oleh karena PVA berfungsi sebagai perekat dalam campuran komposit PVA-zeolit, maka penambahan PVA sangat berperan terhadap komposit tersebut. Pada percobaan ini dilakukan penambahan pada berbagai konsentrasi PVA dalam campuran dan dosis iradiasi. Pada konsentrasi PVA dan dosis iradiasi yang rendah akan menghasilkan komposit yang sifat mekaniknya rendah, karena pembentukan gelnya rendah, bila konsentrasi PVA dan dosis iradiasi ditingkatkan pada konsentrasi 9 - 12 % dan dosis iradiasi berkisar 20 - 40 kGy, diharapkan menghasilkan komposit yang mempunyai sifat mekanik yang baik serta kemampuan penyerapan terhadap logam Sr-90 semakin besar. Campuran komposit PVA-zeolit hasil iradiasi sinar gamma Co-60 yang terbentuk tidak larut dalam air.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran zeolit-PVA yang diiradiasi sinar γ Co-60 terhadap sifat mekanik komposit. Parameter yang diukur meliputi densitas, kuat tekan dan kekerasan pensil.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Bahan yang digunakan adalah zeolit Bayah Banten Jawa Barat, berukuran 60-100 mesh dalam bentuk butiran yang dimurnikan dengan cara sedimentasi menggunakan CH_3I sebagai pelarut inert. Polivinil alkohol (PVA) buatan Merck Jerman dengan struktur kimia sebagai berikut $(-\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_n$ digunakan sebagai perekat.

Alat. Iradiator paronama dengan aktifitas 40,4 kCi dipakai sebagai sumber radiasi. Kuat tekan diukur menggunakan alat tekan Paul Weber, buatan Jerman, dan nilainya merupakan hasil bagi gaya dengan luas penampang. Ayakan (*Vibration seaving*) buatan Frisch, Jerman.

Percobaan. Zeolit digerus dan diayak dengan alat *Vibration Seaving*, untuk mendapatkan partikel dengan ukuran 60-100 mesh. Zeolit sebelum digunakan disimpan dalam desikator mengandung NaCl jenuh minimal 1 minggu sebelum digunakan.

PVA dilarutkan dalam air bebas mineral dengan konsentrasi 10, 15, dan 20 % berat. Kemudian dipanaskan pada suhu 130° C menggunakan Otoklaf selama 45 menit. Larutan PVA dicampur dengan zeolit pada perbandingan berat 2 : 3 (sehingga konsentrasi PVA dalam campuran dengan zeolit adalah 6, 9 dan 12 %) kemudian diaduk hingga homogen. Campuran tersebut kemudian dimasukkan dalam tabung berdiameter 10 mm, panjang sekitar 10 cm dan ditekan supaya padat kemudian ditutup parafilm. Contoh uji diiradiasi dengan menggunakan sinar γ CO-60 pada dosis iradiasi 10, 20, 30, dan 40 kGy dengan laju dosis 7,5 kGy/jam. Komposit yang dihasilkan dikeluarkan dari tabung kemudian dipanaskan dengan menggunakan oven pada suhu 110° C lebih kurang 2 jam. Hal ini dilakukan agar homopolimer tersebut mengeras. Parameter yang diuji meliputi densitas, kekerasan dan kuat tekan. Densitas ditentukan dari pengukuran volume

dan berat contoh uji. Kekerasan permukaan diukur menggunakan pensil standar Uni Mitsubishi sesuai standar JIS 5401-70 (5). Kuat tekan diukur nilainya menggunakan alat tekan Paul Weber, dan nilainya merupakan hasil bagi gaya dengan luas penampang. Percobaan dilakukan 3 kali ulangan, menggunakan rancangan acak lengkap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Resin PVA (polivinil alkohol) adalah salah satu polimer yang harganya relatif murah dan tidak toksik. Adanya gugus hidroksi menyebabkan PVA mudah terikat dengan air (ikatan hidrogen). Setelah dibuat larutan PVA dengan berbagai konsentrasi 10, 15 dan 20 persen berat kemudian dicampur zeolit dengan perbandingan 2 : 3. Campuran diiradiasi sinar gamma sehingga akan terbentuk komposit PVA-zeolit. Di dalam komposit yang terdiri dari campuran butiran zeolit dan PVA tersebut, butiran zeolit terikat dalam matriks kopolimer ikatan silang polivinil alkohol. Karena contoh uji campuran Zeolit-PVA tanpa iradiasi (0 kGy) larut setelah direndam dalam air, maka tidak dilakukan pengamatan terhadap contoh uji tersebut. Kopolimer zeolit-PVA termasuk particular composites, dimana polimer polivinil alkohol sebagai binder, merekat butiran zeolit satu dengan yang lain. Pembentukan komposit PVA-Zeolit dengan cara iradiasi sinar gamma tersebut memerlukan dosis antara 10 - 40 kGy. Dosis ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan pembuatan komposit poliester-marmer yang memerlukan dosis iradiasi maksimum sebesar 12,5 kGy (6). Hal ini disebabkan PVA tersebut memerlukan pelarut air dan hasil iradiasi kompositnya pun perlu dilakukan pengeringan pada suhu 110° C selama 2 jam menggunakan oven, sehingga komposit PVA-zeolit tersebut mengeras. Komposit yang dibuat dari campuran Zeolit-PVA dengan cara iradiasi sinar γ dari Co-60 tersebut dapat digunakan sebagai sorben untuk penyerapan terhadap Sr-90 dengan distribusi koefisien 2696 - 3465 ml/g (2). Hal ini sesuai yang diharapkan dalam pengembangan pemanfaatan komposit sorben yang menghindarkan penurunan kemampuan penyerapan terhadap Sr-90. Karena polimer yang dipakai adalah PVA yang bersifat hidrofilik dan poros tidak mengganggu fungsi pertukaran ion zeolit dalam penyerapan ion Sr-90.

Densitas. Hasil pengukuran densitas zeolit Bayah rata-rata adalah 2,08 g/cm³, sedang densitas film polivinil alkohol adalah 0,78 g/m². Menurut perhitungan, semakin besar konsentrasi PVA, semakin rendah densitas komposit. Densitas komposit sebagai fungsi konsentrasi PVA dan dosis iradiasi dapat dilihat pada Tabel 1. Seharusnya, densitas komposit PVA 6 % lebih tinggi dibandingkan dengan komposit PVA 9 % atau 12 %, karena densitas resin polivinil alkohol lebih rendah dibanding densitas zeolit. Hasil percobaan menunjukkan bahwa densitas komposit zeolit-PVA, dengan kandungan 6 % mempunyai densitas yang lebih rendah dibanding dengan komposit yang mengandung PVA 9 atau 12 %. Pada konsentrasi PVA 6 %, jumlah polivinil alkohol yang berfungsi sebagai binder tidak cukup untuk merekatkan

seluruh butiran-butiran zeolit, sehingga masih terdapat rongga-rongga berisi udara. Adanya rongga udara ini dapat dilihat pada Gambar 1a.

Tabel 1. Densitas komposit zeolit - PVA pada variasi konsentrasi PVA dan dosis iradiasi

Dosis Iradiasi, kGy	Konsentrasi PVA, %	Nilai rata-rata densitas, g/cm ³ 3 ulangan
10	6	0,99
	9	1,02
	12	0,98
20	6	1,00
	9	1,025
	12	1,01
30	6	1,010
	9	1,12
	12	1,05
40	6	1,045
	9	1,139
	12	1,055

Hal ini menyebabkan densitas komposit 6 % menjadi lebih rendah dari yang seharusnya. Rongga ini

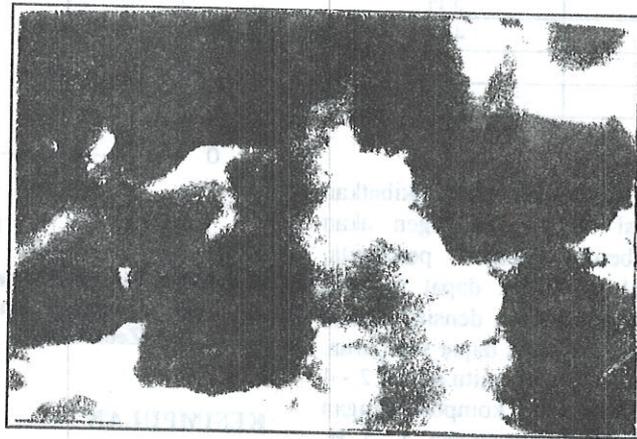
tidak terjadi pada komposit 9 dan 12 % (Gambar 1b dan 1c)

Dosis iradiasi pada umumnya tidak begitu nampak pengaruhnya terhadap hasil pengukuran densitas, kecuali pada dosis 10 kGy karena pembentukan ikatan silangnya masih kurang sempurna.

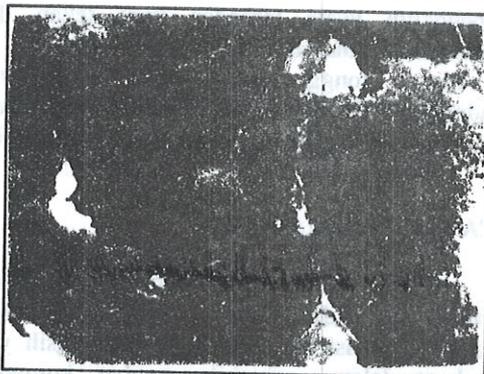
Perhitungan sidik ragam hubungan antara konsentrasi PVA dan dosis iradiasi terhadap densitas komposit PVA-Zeolit hasil iradiasi sinar gamma disajikan pada Tabel 2.

Data tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi campuran memberikan pengaruh sangat nyata terhadap densitas komposit zeolit-PVA dan dosis iradiasi yang diperlukan untuk *curing* tidak berpengaruh sama sekali terhadap densitas komposit tersebut karena F_{hitung} lebih kecil dari F_{tabel} 0,01. Pada percobaan pembuatan komposit Zeolit - PVA tersebut terdapat interaksi antara konsentrasi PVA dan dosis iradiasi karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ 0,05.

Kekerasan komposit Zeolit-PVA disajikan pada Tabel 3. Data tersebut menunjukkan bahwa dengan 6 % PVA kekerasan PVA relatif lebih rendah dibanding komposit dengan kandungan 9 atau 12 %. Hal ini karena pada konsentrasi 6 % komposit yang terbentuk terdapat



Gambar 1 (a)



Gambar 1 (b)



Gambar 1 (c)

Gambar 1. Hasil pengukuran mikroskop permukaan komposit zeolit-PVA, pada perbesaran 40 x, (a) 6 % PVA, (b) = PVA 9 %, (c) = PVA 12 %.

Tabel 2. Sidik ragam pengaruh konsentrasi PVA dan dosis iradiasi terhadap densitas komposit PVA-Zeolit

Sumber	Derajat bebas	Jumlah kuadrat	Kuadrat tengah	F _{hitung}	F _{tabel}	
					0,05	0,01
Konsentrasi	2	0,034	0,017	27,419**	3,42	5,66
Dosis iradiasi	3	0,00058	0,000193	0,311	3,03	4,76
Interaksi	6	0,0137	0,00228	3,677*	2,53	3,71
G perlakuan	24	0,01438	0,000620	-		
Total	35	0,06637				

** = berpengaruh sangat nyata

* = berpengaruh nyata

Tabel 3. Kekerasan pensil komposit zeolit - PVA pada variasi konsentrasi PVA dan dosis iradiasi

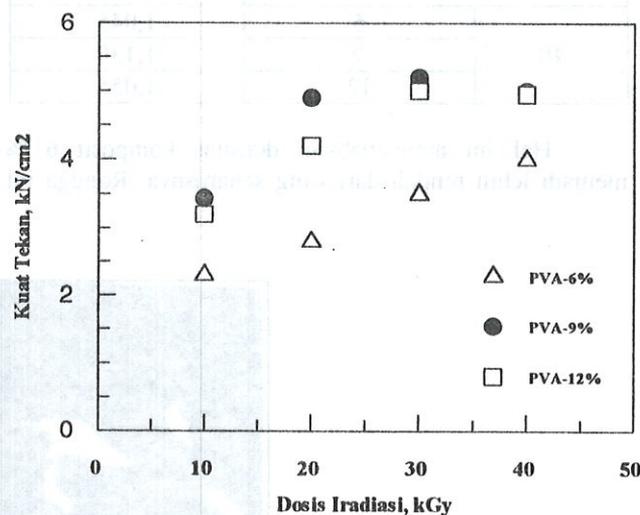
Dosis Iradiasi, kGy	Konsentrasi PVA, %	Nilai rata-rata kekerasan pensil, 3x ulangan
10	6	2 H
	9	3 H
	12	3H
20	6	3H
	9	4 H
	12	5 H
30	6	4 H
	9	5 H
	12	5 H
40	6	4 H
	9	5 H
	12	5 H

rongga udara atau oksigen yang mengakibatkan hambatan pada polimerisasi radikal. Oksidigen akan menangkap radikal, membentuk radikal peroksida. Radikal peroksida ini stabil dan tidak dapat memicu terjadinya reaksi polimerisasi. Akibatnya densitas ikatan silangnya rendah, sehingga curing tidak dapat sempurna. Kekerasan komposit 6 % relatif rendah yaitu antara 2 - 4 H pada dosis 10 - 40 kGy. Sedangkan komposit dengan kandungan PVA 9 dan 12 % kekerasannya 4 -5 H. Semakin tinggi dosis, semakin tinggi kekerasan komposit, karena semakin banyak jaringan ikatan silang yang terjadi. Kekerasan batuan zeolit adalah > 6 H.

Kuat tekan. Kuat tekan adalah kemampuan suatu bahan untuk menerima tekanan dari luar. Hasil pengukuran kuat tekan campuran komposit zeolit-PVA dengan menggunakan alat tekan Paul Weber disajikan pada Gambar 2. Kurva tersebut menunjukkan kuat tekan komposit sebagai fungsi dosis iradiasi dan konsentrasi polivinil alkohol. Semakin tinggi dosis dan konsentrasi PVA, semakin tinggi kuat tekan.

Hubungan antara kuat tekan dengan komposisi zeolit-PVA menunjukkan bahwa dengan kenaikan konsentrasi PVA dari 6 % menjadi 9 % memberikan kenaikan kuat tekan sekitar 48 - 60 %, pada korelasi dosis iradiasi antara 10 kGy - 40 kGy. Pada konsentrasi PVA 6 % dalam zeolit dosis 10 - 20 kGy tidak berpengaruh terhadap kuat tekan, tetapi setelah dosis 30 hingga 40 kGy terjadi peningkatan kuat tekan. Hal ini

menunjukkan bahwa pada dosis 30 kGy terjadi ikatan silang yang sempurna pada polivinil alkohol, sehingga membentuk ikatan Van der waals antara zeolit dengan PVA dan merekatkan butiran zeolit yang satu dengan lainnya.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi PVA dan dosis iradiasi terhadap kuat tekan komposit campuran Zeolit-PVA

KESIMPULAN

Dari percobaan tersebut dapat disimpulkan bahwa :

1. Konsentrasi PVA berpengaruh sangat nyata terhadap densitas dan kuat tekan komposit, sedang dosis iradiasi berpengaruh nyata terhadap kuat tekan dan tidak berpengaruh sama sekali terhadap densitas.
2. Adanya rongga-rongga udara karena rendahnya kandungan PVA dalam campuran komposit zeolit-PVA menyebabkan rendahnya sifat mekanik komposit.

UCAPAN TERIMA KASIH.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Armanu dan Edy Mulyana yang telah memberikan layanan iradiasi dan Sdri Leli Hardingsih yang telah membantu dalam pengambilan gambar komposit Zeolit-PVA dengan menggunakan foto mikroskop, serta Ir. Herlan Martono, MS dan Ir Suryantoro yang telah memberikan ijin penggunaan alat di Puslitbang Pengolahan Limbah Radioaktif.

DAFTAR PUSTAKA

1. ELEN, N. S, JOHNSON, M.A., OLDRING, PKT., SALIMM, M.S., Chemistry & Technology of UV & EB Formulation Coating, INK & Paints, SITA London, (1991).
2. TAMSIL LAS, HUSEN ZAMRONI, SUGIARTO DANU DAN DARSONO, Pembuatan Komposit Zeolit-PVA untuk penyerapan Sr-90, Journal Teknologi Pengolahan Limbah, ISSN-9555, Volume I No. 1, Juni 1998, 41.
3. WIDIATMO, THAMSIL LAS, Untuk kerja kolom zeolit pengolahan limbah cair cerium, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, Teknologi Pengolahan Limbah I, Serpong, 10 - 11 Desember 1997, 34.
4. THAMSIL LAS, NUROKHIM, Imobilisasi 137 Cs dengan zeolit dalam matriks semen, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, Teknologi Pengolahan Limbah I, Serpong, 10 - 11 Desember 1997, 58.
5. ANONYMOUS, Japanese Industrial Standard, Testing Methods for Organic Coating, JIS K - 5401 (1970) 26.
6. SUGIARTO DANU, DARSONO, dan ANIK SUNARNI, Sifat mekanik komposit maremer-poliester hasil iradiasi sinar gamma dari Co-60, Prosiding Temu Ilmiah Jaringan Kerja sama Kimia Indonesia, Konperensi Nasional I Kimia Dalam Pembangunan, Yogyakarta, 15-16 Juli 1997, 479.
7. JONES, R.M., Mechanics of Composites Materials, McGraw-Hill Kogakush Ltd, Tokyo (1975).
8. DEWI SUSILOWATI, THAMSIL LAS, Pertukaran ion strontium dengan zeolit menggunakan teknik kolom, Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah, Teknologi Pengolahan Limbah I, Serpong, 10 - 11 Desember 1997, 14.

DISKUSI

DARMAWAN DARWIS

1. Pada presentasi Anda disebutkan terbentuk ikatan silang, namun tidak ditunjang oleh data yang mendukung seperti fraksi gel. Apakah Anda melakukan perhitungan gel fraksi? Mohon dijelaskan
2. Apakah zeolit juga dapat membentuk *cross linking* dengan PVA?

DARSONO

1. Tidak dilakukan pengukuran terhadap fraksi gel, untuk mengetahui ikatan silang PVA-zeolit dapat ditunjukkan dengan pengujian kekerasan.
2. Zeolit tidak membentuk *cross linking* dengan PVA, ikatan antara zeolit dan PVA adalah ikatan secara fisika, disini PVA berfungsi sebagai binder.

IDRUS E.

Dalam penelitian ini Anda menggunakan zeolit-PVA dengan iradiasi dengan parameter yang diamati : densitas, berat tekan dan kekerasan. Dimana penambahan PVA meningkatkan densitas dan kuat tekan komposit. Apakah dalam pemanfaatannya, zeolit sebagai penukar ion (absorban) ada standardisasinya. Jika ada, apakah hasil penelitian ini sudah memenuhi standar? Jika belum memenuhi standar, apakah perlu penelitian lanjutan?

DARSONO

Menurut British Zeolite Association, zeolit mempunyai standar digunakan untuk penukar ion, namun demikian karena zeolit terdapat dalam beberapa jenis. Perlu penelitian lebih lanjut, terutama dalam hal mekanisme reaksi penukar ion/penyerapan untuk berbagai zeolit tersebut.

RAHAYU CHOSDU

1. Mengapa dalam percobaan ini diteliti, zeolit 60 mesh, laju dosis 7,5 kGy/jam, apakah ini merupakan hasil penelitian sebelumnya?
2. Parameter apa yang menunjukkan bahwa campuran zeolit - PVA homogen?
3. Apakah Saudara sudah memikirkan aspek kelayakan aplikasi komposit zeolit-PVA dalam Industri?

DARSONO

1. Pemilihan zeolit 60 mesh dan Dosis 7,5 kg/jam merupakan hasil penelitian sebelumnya (Thamsil Las dkk.). Pada Pembuatan Komposit Zeolit-PVA untuk penyerapan Sr-90.
2. Untuk melihat homogenitas itu di lakukan dengan timah, dengan cara pengadukan selama 5 menit hasilnya nampak homogen.
3. Sudah.

HERWINARNI S.

Akan terjadi ikatan antara partikel zeolit dengan PVA pada tayangan Bapak tentang uji kekerasan, dan hasil uji dengan SEM terjadi rongga-rongga, ikatan apakah antara zeolit dengan PVA, merupakan jarak untuk ikatan dengan ikatan tersebut pada SEM. Sehingga uji kekerasan pada komposit jelas manakala yang baik untuk 2H - 3H, 4H dan 5H. dan penambahan PVA yang tepat.

DARSONO

Ikatan antara zeolit dengan PVA adalah ikatan fisika dimana polivinil alkohol berfungsi sebagai perekat/binder yang merekatkan partikel zeolit yang satu dengan partikel zeolit yang lain. Bila PVA yang ditambahkan sedikit maka rongga yang terbentuk jumlahnya banyak sehingga kekerasannya rendah, dan bila penambahan PVA terlalu banyak maka jumlah rongga yang terbentuk sedikit namun akan mempengaruhi laju alir dan penyerapan ion. Konsentrasi PVA terbaik yaitu 9 % dalam campuran komposit zeolit-PVA dengan nilai kekerasan 5H.

NANNY KARTINI

Dilihat dari hasil pengujian kekerasan di cantumkan dengan satuan 4 - 5H (kekerasan pensil). Yang ditanyakan : Apakah memang cara ini sudah baku untuk menentukan kekerasan zeolit, karena biasanya kekerasan dinyatakan dengan kg/cm^2 ? Terima kasih.

DARSONO

Pengukuran kekerasan untuk batuan misalnya zeolit ini sudah baku (menggunakan pensil standar-JIS 5401). Cara lain pengukuran untuk uji kekerasan :

- Pendulum hard ness
- Barometer dengan satuan kg/cm^2

BASRIL ABBAS

1. Dari tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi PVA sangat berpengaruh terhadap densitas. Diantara ketiga konsentrasi (6,9 dan 12%), mana yang paling baik dan kenapa demikian ?
2. Setelah selesai seluruh rangkaian penelitian komposit ini, dimana di aplikasikannya ?

DARSONO

1. Dari Tabel 2 sangat berpengaruh nyata terhadap densitas dan konsentrasi yang paling baik pada konsentrasi 9% PVA dalam komposit zeolit PVA.
2. Komposit ini dapat di pakai untuk pemisahan dengan teknik kolom dan juga dapat di pakai untuk landry, serta untuk penukaran ion.