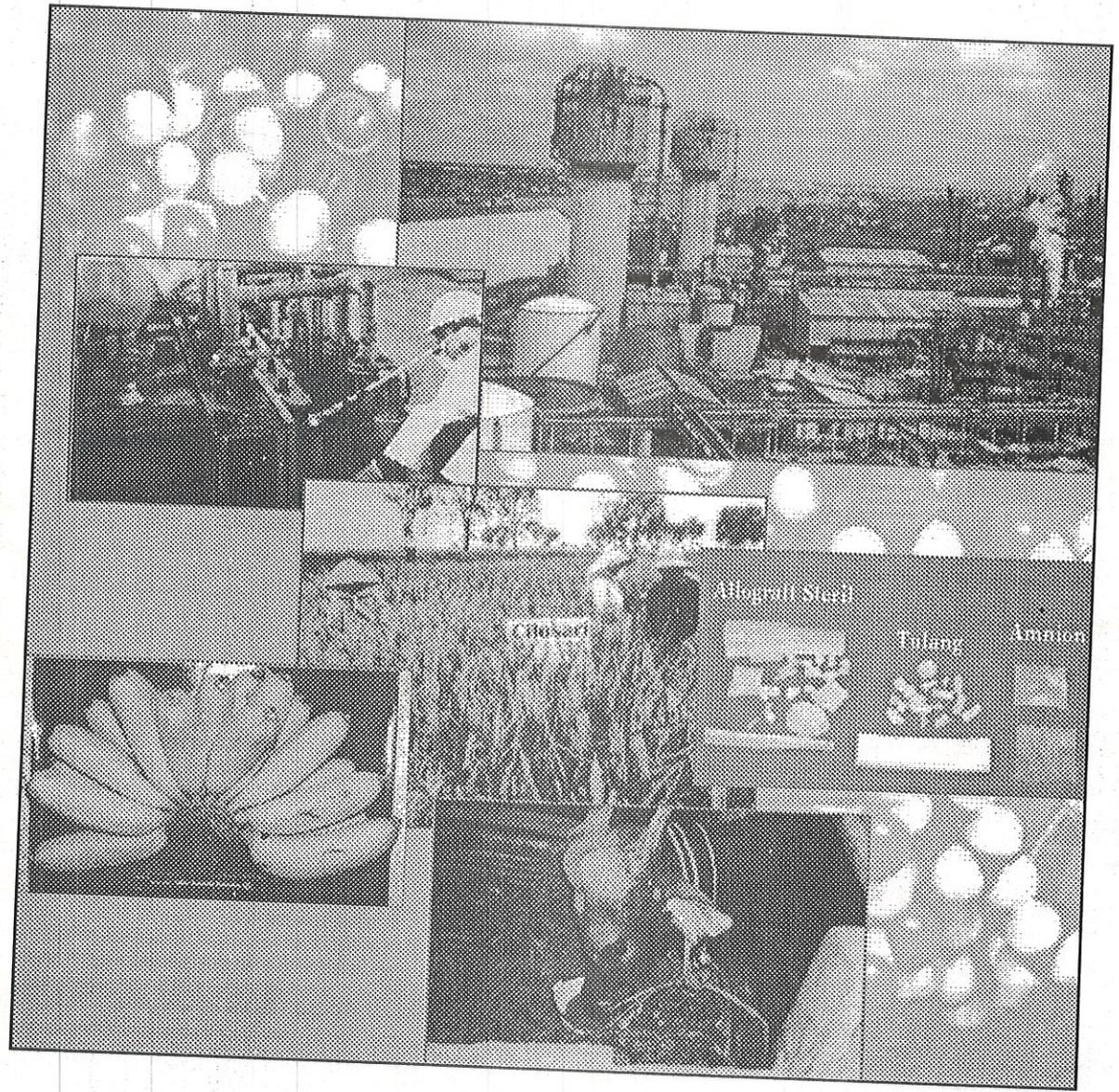


RISALAH PERTEMUAN ILMIAH PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN APLIKASI ISOTOP DAN RADIASI



**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
RESEPTIFITAS DAN PENYERAPAN
RISALAH PERTEMUAN 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
2001**

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

Pertanian dan Peternakan,
Industri, Lingkungan, Kesehatan,



PUSITBANG TEKNOLOGI ISOTOP DAN RADIASI
BADAN TENAGA NUKLIR NASIONAL

Penyunting :

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

P3TIR - BATAN
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. I. Industri, Lingkungan, Kesehatan, Pertanian dan Peternakan

ISBN 979-95709-8-0

I. 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>

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, DJONO, 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 koinnsiden $4\pi\beta\text{-}\gamma$ 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 fluorscence</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 kopoli (2-hidroksi etil metakrilat/N-vinil pirrolidon) dengan iradiasi gamma dan imobilisasi ametrin ERIZAL | 389 |

PEMBUATAN KOMPOSIT CAMPURAN SERBUK KAYU – POLIESTER – SERAT SABUT KELAPA UNTUK PAPAN PARTIKEL

Sugiarto Danu¹, Darsono¹, Padmono² dan Angesti Betty²

¹ Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

² Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Nusa Bangsa, Bogor

ABSTRAK

PEMBUATAN KOMPOSIT CAMPURAN SERBUK KAYU - POLIESTER -SERAT SABUT KELAPA UNTUK PAPAN PARTIKEL. Penelitian penggunaan radiasi sinar- γ Co 60 telah dilakukan untuk proses pengeringan (*curing*) pada pembuatan komposit dari campuran serbuk kayu, resin poliester tak jenuh dan serat sabut kelapa. Proses pembuatan komposit dilakukan dengan mencampur serbuk kayu, poliester dan serat pada berbagai komposisi campuran. Konsentrasi poliester adalah 50, 55 dan 60 % berat campuran dengan serbuk kayu, sedangkan serat sabut kelapa divariasikan menjadi 4, 6 dan 8 % berat campuran kayu dan poliester. Iradiasi dilakukan dalam tabung kaca menggunakan Co 60 (aktivitas 27,4 kCi) pada laju dosis 5 kGy/jam dan dosis 8, 10 dan 12 kGy. Secara konvensional, pembuatan komposit dilakukan dengan pengeringan menggunakan katalisator peroksid. Parameter yang diukur meliputi densitas, kekerasan pensil dan kuat tekan. Hasil pengukuran sifat komposit menunjukkan bahwa kondisi optimum dengan cara radiasi dicapai pada dosis iradiasi 12 kGy, konsentrasi poliester 60 % dan serat sabut kelapa sebanyak 4 %. Pada kondisi ini komposit mempunyai densitas 1,115 g/cm³, kekerasan 5 H dan kuat tekan 6,815 kN/cm². Densitas dan kekerasan komposit yang diperoleh dengan cara radiasi hampir sama sedangkan nilai kuat tekannya lebih tinggi dibanding komposit yang dibuat dengan cara konvensional.

ABSTRACT

COMPOSITE PREPARATION OF WOOD DUST - POLYESTER - COCONUT COIR FIBER MIXTURE FOR PARTICLE BOARD. Experiment on the use of γ -ray of Co 60 radiation has been used for curing of composite which made of wood dust, unsaturated polyester resin and coconut coir mixture. Composite was prepared by mixing of wood dust, polyester and coconut coir at a various mixture composition. Concentration of polyesters were 50, 55 and 60 % by weight based on saw dust and polyester mixture. Irradiation was conducted using 27,6 kCi activity Co 60 at a dose rate of 5 kGy/hrs and dose of 8, 10 and 12 kGy. Composite was also prepared conventionally by using peroxide catalyst. Parameters observed were density, pencil hardness and compression strength. Experimental results showed that optimum condition was achieved at irradiation dose of 12 kGy, polyester concentration of 60 % and coconut coir fiber of 4 %. In this condition, the density, hardness and compression strength were 1,115 g/cm³, 5 H and 6,815 kN/cm² respectively. Density, hardness of composite prepared by radiation were almost the same whereas the compression strength was higher than that of composite prepared by conventional method.

PENDAHULUAN

Industri kayu lapis yang menggunakan teknologi padat karya seperti di Indonesia cenderung menghasilkan limbah kayu sangat besar yaitu berkisar antara 45 – 55 % [1]. Diantara limbah tersebut berupa serbuk kayu. Dalam industri pengolahan kayu log menjadi produk akan terbentuk limbah berupa potongan dan kulit kayu sekitar 60 % sedangkan sisanya adalah serbuk kayu sebanyak 40 % [2]. Limbah tersebut dapat mencemari lingkungan jika tidak dapat dimanfaatkan atau ditangani dengan baik. Azas minimalisasi suatu limbah merupakan bagian dari teknologi bersih yang diharapkan dapat memelihara kelestarian lingkungan. Secara garis besar, minimalisasi limbah meliputi 4 R, yaitu Reduction, Reuse, Recycle dan Recovery.

Meningkatnya kebutuhan bahan bangunan dan konstruksi dewasa ini menyebabkan dilakukannya berbagai usaha untuk memanfaatkan limbah dari kayu diantaranya serbuk kayu. Serbuk kayu jika dicampur perekat kemudian dicetak dapat dibuat suatu komposit. Komposit tersebut selanjutnya dapat dibuat menjadi

berbagai produk misalnya papan partikel, atau barang-barang cetak misalnya untuk mebel dan barang kerajinan. Salah satu bahan kimia yang dapat dipakai untuk perekat adalah resin poliester tak jenuh. Secara konvensional, pengeringan poliester dilakukan dengan penambahan katalisator. Selain itu, pengeringan dapat pula dilakukan dengan radiasi sinar- γ Co 60.

Pada umumnya resin poliester mempunyai sifat keras, kuat, bening dan tahan terhadap asam, basa dan panas. Selain itu, harganya relatif murah dibandingkan dengan resin-resin yang lain misalnya resin senyawa akrilat [3,4]. Resin poliester sangat luas pemakaiannya baik pada proses produksi menggunakan katalisator maupun dengan radiasi, serta diproduksi dalam negeri.

Suatu komposit dapat ditingkatkan kekuatannya dengan penambahan serat. Serat yang ditambahkan dapat berupa serat alam atau serat buatan. Salah satu serat alam yang mudah diperoleh dalam jumlah besar dan harganya relatif murah adalah serat sabut kelapa. Serat sabut kelapa telah dipakai untuk berbagai komposit misalnya papan partikel dan papan serat. Jika dipakai sebagai bahan penguat komposit dari bahan

anorganik, serat sabut kelapa mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap alkali dibandingkan lignoselulosa yang lain [5].

Tujuan penelitian ini ialah untuk mempelajari sifat fisik/mekanik komposit campuran serbuk kayu, resin poliester tak jenuh dengan nama komersial Yucalac tipe 2250 dan serat sabut kelapa, yang dibuat dengan pengeringan menggunakan radiasi sinar- γ Co 60 dan katalisator peroksid MEKPO yang selanjutnya akan dibuat untuk papan partikel. Parameter yang dipelajari adalah densitas, kekerasan dan kuat tekan. Berdasarkan densitas, papan partikel dapat digolongkan ke dalam papan partikel densitas rendah (densitas $< 0,4 \text{ g/cm}^3$), papan partikel densitas menengah ($0,4 - 0,8 \text{ g/cm}^3$) dan papan partikel densitas tinggi ($> 0,8 \text{ g/cm}^3$). Syarat kuat tekan hanya untuk papan partikel densitas menengah dan tinggi yang masing-masing adalah $100 - 200 \text{ kg/cm}^2$ dan $200 - 300 \text{ kg/cm}^2$ [6]. Beberapa persyaratan papan partikel hanya berdasarkan sifat fisika saja karena papan partikel merupakan produk yang akan diproses lebih lanjut (proses *finishing*), misalnya pelapisan permukaan dengan bahan kimia pelapis atau laminasi menggunakan vinir, kertas atau PVC. Persyaratan sifat kimia hanya dilakukan terhadap permukaan papan partikel yang telah mengalami proses *finishing*.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Serbuk kayu gergaji dari kayu kamper diperoleh dari PT. Rimba Utama, Bogor. Resin poliester tak jenuh (campuran oligomer poliester tak jenuh dan monomer stiren) dengan nama komersial Yucalac tipe 2250 dan katalisator MEKPO dibeli dari PT. Justus Sakti Raya Corp., Jakarta. Sabut kelapa diperoleh dari pengumpul sabut kelapa.

Alat. Iradiator Panorama Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta, dengan aktivitas $27,4 \text{ kCi}$ dipakai sebagai sumber radiasi sinar- γ Co 60.

Tata Kerja. Serbuk kayu diayak untuk mendapatkan butiran dengan ukuran antara 20-40 mesh kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C selama 3 jam. Serat sabut kelapa (diameter $0,1 - 0,3 \text{ mm}$) yang diperoleh dengan pemisahan dari sabut kelapa, dipotong menjadi berukuran panjang sekitar 3 cm. Serbuk kayu, serat sabut kelapa dan poliester dicampur kemudian diaduk sampai homogen. Konsentrasi poliester dalam campuran divariasi menjadi 50, 55 dan 60 % berat campuran dengan serbuk gergaji, sedangkan konsentrasi serat divariasi menjadi 4, 6 dan 8 % berat campuran serbuk kayu dan poliester. Pencetakan dilakukan dengan memasukkan campuran ke dalam tabung kaca panjang 15 cm dan diameter 1,4 cm, ditekan supaya padat, kemudian ditutup parafilm agar kedap udara. Contoh uji selanjutnya diiradiasi sinar- γ Co 60 (aktivitas $27,4 \text{ kCi}$) pada laju dosis 5 kGy/jam dengan dosis iradiasi 8, 10, dan 12 kGy .

Dengan cara konvensional, komposit dibuat dengan pencampuran poliester dan katalisator

(konsentrasi katalisator : 2 % berat poliester), kemudian ke dalam campuran tersebut ditambahkan serbuk dan serat.

Komposisi campuran komponen penyusun sama dengan komposisi komposit yang dibuat secara radiasi. Campuran dimasukkan ke dalam tabung kaca, ditekan supaya padat, ditutup parafilm, dibiarkan selama ± 2 jam agar kering sempurna, baru kemudian dikeluarkan dari tabung. Densitas ditentukan dengan pengukuran berat dan volume. Kekerasan pensil diukur menggunakan pensil standar Uni-Mitsubishi menurut standar JIS 5401-70 [7]. Kuat tekan diukur menggunakan alat tekan Paul Weber, dan nilainya merupakan hasil bagi dengan luas penampang. Percobaan dilakukan sebagai percobaan faktorial menggunakan rancangan acak lengkap, dengan 3 kali ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Komposit. Ada tiga komponen penyusun komposit yaitu serbuk kayu, resin poliester dan serat sabut kelapa. Komponen penyusun komposit terdistribusi secara acak. Sifat fisik dan mekanik komposit yang dihasilkan dipengaruhi oleh komposisi penyusunnya. Hasil penelitian pembuatan komposit campuran marmer, poliester dan serat tandan sawit menunjukkan bahwa jika konsentrasi poliester terlalu rendah maka komposit yang dihasilkan cenderung menimbulkan rongga sehingga menyebabkan rendahnya sifat fisik dan mekaniknya serta penampilan yang tidak rata. Rongga-rongga tersebut berisi udara yang terjebak pada saat pencetakan. Adanya oksigen dalam udara menyebabkan proses polimerisasi berjalan tidak sempurna karena oksigen merupakan penangkap radikal membentuk peroksida [8]. Sebaliknya, konsentrasi poliester yang terlalu tinggi menghasilkan komposit dengan sifat fisik dan mekanik yang tinggi dengan penampilan yang menarik, tetapi biaya pembuatannya menjadi lebih mahal [9,10]. Biaya pembuatan komposit dipengaruhi oleh harga komponen komposit. Pada komposit marmer - poliester, harga poliester lebih mahal dibanding butiran marmer. Demikian juga dengan komposit campuran serbuk kayu, poliester dan serat sabut kelapa. Serbuk kayu dan sabut kelapa merupakan limbah. Oleh sebab itu, komponen poliester yang harganya Rp. 16.000,00/kg akan sangat berpengaruh terhadap biaya pembuatan komposit dibandingkan dengan harga serbuk kayu atau serat sabut kelapa yang diperkirakan harganya masing-masing Rp. 1.000,00/kg dan Rp. 5.000,00/kg. Sebagai contoh, biaya untuk kebutuhan bahan baku pembuatan komposit (ukuran $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}$) campuran serbuk kayu, poliester dan serat dengan perbandingan berat 50/50/4, 45/55/4 dan 40/60/4 adalah Rp 8.700,00, Rp 9.450,00 dan Rp. 10.200,00. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka diperlukan komposisi yang tepat untuk menghasilkan komposit dengan sifat fisik/mekanik yang tinggi, penampilan yang menarik serta harganya lebih murah. Resin poliester setelah kering dengan diiradiasi sinar- γ atau setelah ditambah

katalisator berfungsi sebagai perekat. Ada perbedaan pokok pada pembuatan komposit dengan cara radiasi dan konvensional. Dengan cara radiasi, jangka waktu untuk proses pencampuran dan pencetakan sangat panjang karena pengeringan baru terjadi setelah diiradiasi. Pada penggunaan katalisator jangka waktu untuk proses pencampuran dan pencetakan terbatas karena proses pengeringan mulai berlangsung setelah pencampuran dengan katalisator. Jangka waktu ini bergantung pada konsentrasi katalisator yang ditambahkan. Proses pengeringan terjadi karena adanya reaksi polimerisasi ikatan silang antara oligomer poliester dan monomer stiren. Jumlah dan sifat poliester yang digunakan menentukan penampilan dan sifat komposit yang dihasilkan. Oleh sebab itu, dengan konsentrasi poliester 50, 55 dan 60 %, pemakaian serat sampai dengan 8 % tidak menyebabkan terjadinya rongga atau permukaan yang tidak rata.

Sifat Komposit Dengan Pengeringan Cara Radiasi. Hasil pengukuran densitas poliester hasil pengeringan secara radiasi tanpa penambahan serbuk kayu dan serat adalah $1,249 \text{ g/cm}^3$. Serbuk kayu dan serat sendiri dalam keadaan kering mempunyai densitas masing-masing $0,66$ dan $0,45 \text{ g/cm}^3$. Oleh sebab itu secara teoritis komposit yang dihasilkan akan mempunyai densitas antara $0,45$ dan $1,249 \text{ g/cm}^3$ tergantung kontribusi komponennya. Semakin tinggi konsentrasi poliester, semakin tinggi densitas komposit. Tabel 1 menunjukkan densitas, kekerasan pada berbagai variasi dosis iradiasi, konsentrasi poliester dan serat. Pada dosis 8 kGy dan kandungan serat 4 % densitas komposit dengan konsentrasi poliester 50, 55 dan 60 % masing-masing adalah $0,905$, $1,076$ dan $1,163 \text{ g/cm}^3$. Pada umumnya, semakin tinggi konsentrasi serat, semakin rendah densitas komposit yang diukur pada konsentrasi poliester yang sama. Sebagai contoh, pada dosis 12 kGy dan konsentrasi poliester 55 %, penambahan serat sebanyak 4, 6 dan 8 % menyebabkan penurunan densitas komposit dari $1,074 \text{ g/cm}^3$ masing-masing menjadi $1,026$, $0,988$ dan $0,931 \text{ g/cm}^3$. Hasil analisis keragaman seperti terlihat pada Tabel 2 menunjukkan bahwa semua faktor yaitu dosis, serat, poliester, interaksi kedua faktor maupun ketiga-tiganya berpengaruh sangat nyata terhadap densitas komposit. Dari data densitas menunjukkan bahwa komposit dapat digolongkan ke dalam jenis papan partikel densitas tinggi karena densitasnya $> 0,80 \text{ g/cm}^3$.

Hasil pengukuran kekerasan seperti terlihat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan poliester, semakin keras suatu komposit. Penggunaan poliester minimum sebanyak 50 % dan pemakaian serat sampai dengan 8 % tidak menghasilkan permukaan yang kasar. Hal ini dapat dilihat secara visual terhadap kondisi permukaan.

Dari percobaan pendahuluan, jika kandungan poliester terlalu rendah ($< 50 \%$) dengan penggunaan serat sebanyak 8 % maka komposit yang dihasilkan sudah mulai tidak rata.

Semakin sedikit poliester dan semakin banyak serat, semakin kasar dan lunak permukaan. Pada sistem polimerisasi radiasi, semakin tinggi dosis iradiasi,

semakin banyak radikal yang terjadi. Semakin banyak radikal yang terjadi, semakin banyak rantai yang terbentuk tiap satuan waktu, sehingga semakin banyak pula jumlah ikatan rantai yang terjadi. Kenaikan jumlah ikatan silang ini akan meningkatkan kekerasan polimer. Menurut SENG [11], kekerasan maksimum suatu polimer selain ditentukan oleh jenis iradiasi, juga ditentukan oleh jenis dan konsentrasi campuran prapolimer dan monomer. Dalam hal ini campuran tersebut adalah prapolimer poliester tak jenuh dan monomer stiren. Kenaikan dosis dari 8 menjadi 12 kGy cenderung meningkatkan kekerasan. Pada dosis antara 8 – 12 kGy, konsentrasi poliester antara 50 – 60 kGy dan konsentrasi serat antara 0 dan 8 % menghasilkan kekerasan komposit dengan kisaran antara 3 H dan 6 H. Jadi, semakin tinggi dosis iradiasi, konsentrasi poliester dan serat semakin tinggi kekerasan komposit. Analisis keragaman seperti terlihat pada Tabel 3 menunjukkan bahwa faktor dosis, konsentrasi serat dan konsentrasi poliester berpengaruh sangat nyata, sedangkan interaksi kedua faktor maupun ketiga faktor tidak berpengaruh nyata terhadap kekerasan komposit.

Data kuat tekan komposit tertera pada Tabel 1. Semakin tinggi konsentrasi poliester dan dosis, semakin tinggi kuat tekan. Pada umumnya penambahan serat sebanyak 4 % meningkatkan kuat tekan tetapi penambahan lebih lanjut yaitu sebanyak 6 dan 8 % cenderung menurunkan kuat tekan. Sebagai contoh, tanpa penambahan serat kuat tekan komposit adalah $2,760 \text{ kN/cm}^2$ pada dosis 8 kGy dan konsentrasi poliester 55 %. Penambahan serat sebanyak 4, 6 dan 8 % menghasilkan komposit dengan kuat tekan masing-masing $3,900$, $3,735$ dan $2,925 \text{ kN/cm}^2$. Kecenderungan yang sama dapat diamati pada berbagai dosis dan konsentrasi poliester yang lain. Kenaikan kuat tekan sebagai pengaruh kenaikan dosis berkaitan dengan pembentukan jumlah ikatan silang pada proses polimerisasi radiasi seperti halnya hubungan antara dosis dan kekerasan. Semakin keras suatu polimer, pada umumnya semakin tinggi kuat tekan. Pada konsentrasi poliester 55 % dan konsentrasi serat 4 %, variasi dosis 8, 10 dan 12 kGy menghasilkan komposit dengan kuat tekan masing-masing $3,900$, $4,385$ dan $4,550 \text{ kN/cm}^2$. Tabel 4 menunjukkan analisis keragaman kuat tekan. Seperti disajikan pada tabel tersebut, dosis, konsentrasi poliester, konsentrasi serat, interaksi dosis – poliester, dan interaksi poliester – serat berpengaruh sangat nyata, sedangkan interaksi antara faktor yang lain tidak berpengaruh nyata terhadap kuat tekan. Hasil penelitian OWOLABI dkk. yang dikutip oleh BLEDZKI dan GASSAN [12] menunjukkan bahwa serat sabut kelapa dapat meningkatkan tegangan putus komposit menggunakan matriks poliester. Tetapi konsentrasi serat yang terlalu tinggi menurunkan tegangan putus. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa hampir semua komposit yang dihasilkan mempunyai kuat tekan antara $2 - 3 \text{ kN/cm}^2$ ($200 - 300 \text{ kg/cm}^2$) dan $> 3 \text{ kN/cm}^2$ ($> 300 \text{ kg/cm}^2$). Sebagian kecil mempunyai kuat tekan antara $1 - 2 \text{ kN/cm}^2$ ($100 - 200 \text{ kg/cm}^2$). Dengan demikian, sebagian besar komposit hasil penelitian dapat dibuat papan partikel densitas tinggi karena mempunyai kuat tekan antara $200 - 300 \text{ kg/cm}^2$ dan bahkan sebagian

lebih tinggi dari nilai tersebut. Sebagian kecil digolongkan ke dalam komposit untuk papan partikel densitas menengah karena mempunyai kuat tekan antara 100 – 200 kg/cm² walaupun dari densitasnya digolongkan ke dalam papan partikel densitas tinggi (densitas > 0,80 g/cm³).

Sifat Komposit Dengan Pengeringan Cara Konvensional. Densitas, kekerasan dan kuat tekan komposit yang dibuat dengan cara konvensional pada berbagai variasi komposisi terlihat pada Tabel 5. Pengaruh konsentrasi komponen penyusun terhadap densitas, kekerasan dan kuat tekan komposit memberikan kecenderungan yang hampir sama dengan sifat komposit yang dibuat dengan cara radiasi. Semakin tinggi konsentrasi poliester dan semakin rendah konsentrasi serbuk kayu dan serat, semakin rendah densitas komposit. Nilai densitas komposit berkisar antara 0,868 dan 1,153 g/cm³. Hasil analisis keragaman (Tabel 6) menunjukkan bahwa faktor konsentrasi poliester berpengaruh sangat nyata sedangkan konsentrasi serat dan interaksi faktor poliester dan serat berpengaruh tidak nyata terhadap densitas.

Demikian juga dengan kekerasan. Semakin tinggi konsentrasi poliester dan semakin rendah konsentrasi serbuk kayu dan serat, semakin tinggi kekerasan. Nilai kekerasan komposit dengan proses konvensional relatif sama dibandingkan komposit dengan proses radiasi yaitu berkisar antara 3 H – 6 H. Tabel 7 menyajikan analisis keragaman kekerasan. Konsentrasi serat dan poliester berpengaruh sangat nyata, sedangkan interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh tidak nyata terhadap kekerasan.

Kecenderungan yang sama juga terjadi pada sifat kuat tekan. Semakin tinggi konsentrasi poliester dan semakin rendah konsentrasi serbuk semakin tinggi kuat tekan. Penambahan serat sebanyak 4 % menaikkan kuat tekan tetapi penambahan lebih lanjut cenderung menurunkan kuat tekan. Konsentrasi poliester, serat, dan interaksi kedua faktor tersebut berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tekan seperti tertera pada Tabel 8. Kuat tekan komposit minimum adalah 2,275 kN/cm² dan maksimum 4,225 kN/cm². Nilai ini lebih rendah dibandingkan kuat tekan komposit dengan proses radiasi yang berkisar antara 1,940 dan 6,815 kN/cm². Kondisi optimum dicapai pada konsentrasi poliester 60 % dengan penambahan serat 4 %. Pada kondisi ini komposit mempunyai densitas 1,116 g/cm³, kekerasan 6 H dan kuat tekan 4,225 kN/cm². Komposit hasil pengeringan cara konvensional sebagian besar dapat dibuat papan partikel densitas tinggi.

Selain untuk papan partikel yang produk akhirnya terutama adalah bahan bangunan dan mebel, komposit campuran serbuk kayu, poliester dan serat sabut kelapa dapat dibuat barang kerajinan dari kayu misalnya patung.

KESIMPULAN

Dari uraian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Densitas dan kekerasan komposit yang dibuat dengan pengeringan cara radiasi sinar- γ Co 60 hampir sama sedangkan kuat tekannya relatif lebih tinggi dibandingkan dengan komposit yang dibuat dengan cara konvensional menggunakan katalisator peroksid.
2. Kondisi optimum kedua cara pengeringan komposit tersebut sama yaitu dicapai pada konsentrasi poliester 60 % dan serat 4 %. Dengan cara radiasi, dosis optimum adalah 12 kGy. Pada kondisi optimum, komposit dengan cara radiasi mempunyai densitas 1,115 g/cm³, kekerasan 5 H dan kuat tekan 6,815 kN/cm² sedangkan dengan cara konvensional mempunyai densitas 1,116 g/cm³, kekerasan 6 H dan kuat tekan 4,225 kN/cm².
3. Pengeringan dengan cara radiasi memberikan waktu yang panjang untuk dapat melakukan proses pencampuran dan pencetakan/pembuatan komposit dibandingkan dengan pengeringan menggunakan katalisator.
4. Komposit hasil penelitian ini cocok untuk dipakai papan partikel dan sebagian besar dapat digolongkan ke dalam papan partikel densitas tinggi dengan produk akhir bahan bangunan, mebel dan barang kerajinan dari kayu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Sdr. Armanu dkk. dari Balai Iradiasi, Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, yang telah memberikan layanan iradiasi komposit menggunakan sinar- γ Co 60.

DAFTAR PUSTAKA

1. LAMBAGA, A., "Pola koordinasi sistem penelitian dan pengembangan kehutanan, produk industri kehutanan, produk terkait industri kehutanan di Indonesia dalam sudut pandang perusahaan bisnis", Prosiding Seminar Nasional III Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia, MAPEKI – Fak. Kehutanan Universitas Winaya Mukti, Jatinangor (2001) xiii.
2. MAMAT, MARTOSUDIRJO, S., dan SUGIYATNO, Pemanfaatan limbah serbuk kayu untuk memenuhi kebutuhan energi proses pengeringan kayu di suatu Industri pengolahan kayu", Prosiding Seminar Nasional III Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia, MAPEKI – Fak. Kehutanan Universitas Winaya Mukti, Jatinangor (2001) 481.
3. HOLMAN, R., and OLDRING, F., UV & EB Curing Formulation for Printing Inks Coatings & Paints, SITA, London (1988).
4. LAWSON, K., "UV/EB curing in North America 1993", Proceeding of RadTech Asia'93, Tokyo (1993) 7.

5. ROWELL, R.M., YOUNG, R.A., and ROWELL, J.K., Paper and Composites from Agro-Based Resources, Lewis Publishers, London (1997).
6. ANONYMOUS, Plywood and other wood-based panels, Report of an International Consultation on Plywood and other Wood-Based Panel Products, Food and Agriculture Organization of The United Nations (Rome) 1966.
7. ANONYMOUS., Japanese Industrial Standard, Testing Methods for Organic Coatings, JIS K-5401 (1970) 26.
8. ALLEN, N.S., JOHNSON, M.A., OLDRING, P.K.T., and SALIM, M.S., Chemistry and Technology of UV & EB Formulation for Coating, Inks & Paints, SITA, London, (1991).
9. DANU, S., DARSONO., dan SUNARNI, A., "Sifat mekanik komposit campuran marmer-poliester yang diiradiasi sinar- γ Co 60", Prosiding Konferensi Nasional I Kimia Dalam Pembangunan, Jaringan Kerjasama Kimia Indonesia, Yogyakarta (1997) 479.
10. DANU, S., DARSONO, dan SUNARNI, A., "Pembuatan komposit marmer - poliester - serat tandan sawit dengan iradiasi sinar- γ Co 60", Prosiding Seminar Nasional III Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia, MAPEKI - Fak. Kehutanan Universitas Winaya Mukti, Jatinangor (2001) 371.
11. SENG, H. P., Test methods for the characterisation of UV - and EB - cured printing varnishes. Part 2, Beta -Gamma 4 (1989) 25.
12. BLEDZKI, A. K., and GASSAN, J., Composites reinforced with cellulose based fibres, Prog. Polym. Sci. 24 (1999) 221.

Tabel 1. Densitas, kuat tekan dan kekerasan pensil komposit yang dibuat dengan pengeringan menggunakan radiasi

| Dosis, KGy | Konsentrasi serat, % | Konsentrasi poliester, % | Densitas, g/cm ³ | Kekerasan pensil, H | Kuat tekan, kN/cm ² |
|------------|----------------------|--------------------------|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|
| 8 | 0 | 50 | 0,908 | 3 | 2,273 |
| | | 55 | 1,025 | 3 | 2,760 |
| | | 60 | 1,126 | 4 | 3,247 |
| | 4 | 50 | 0,905 | 3 | 2,275 |
| | | 55 | 1,076 | 3-4 | 3,900 |
| | | 60 | 1,163 | 4 | 5,355 |
| | 6 | 50 | 0,869 | 3 | 2,110 |
| | | 55 | 0,968 | 4 | 3,735 |
| | | 60 | 1,150 | 4-5 | 5,190 |
| | 8 | 50 | 0,863 | 3 | 1,625 |
| | | 55 | 0,877 | 4 | 2,925 |
| | | 60 | 1,069 | 4-5 | 4,870 |
| 10 | 0 | 50 | 0,981 | 3 | 2,273 |
| | | 55 | 1,045 | 3-4 | 3,247 |
| | | 60 | 1,141 | 4-5 | 3,896 |
| | 4 | 50 | 0,907 | 3-4 | 2,275 |
| | | 55 | 1,059 | 4 | 4,385 |
| | | 60 | 1,160 | 4-5 | 5,680 |
| | 6 | 50 | 0,907 | 4 | 2,275 |
| | | 55 | 1,052 | 4-5 | 3,575 |
| | | 60 | 1,108 | 5 | 5,355 |
| | 8 | 50 | 0,861 | 4 | 1,625 |
| | | 55 | 0,868 | 5 | 3,410 |
| | | 60 | 0,945 | 6 | 4,380 |
| 12 | 0 | 50 | 0,982 | 3 | 2,597 |
| | | 55 | 1,074 | 4 | 3,571 |
| | | 60 | 1,143 | 4-5 | 4,221 |
| | 4 | 50 | 0,912 | 3-4 | 2,600 |
| | | 55 | 1,026 | 4 | 4,550 |
| | | 60 | 1,115 | 5 | 6,815 |
| | 6 | 50 | 0,903 | 4 | 2,275 |
| | | 55 | 0,988 | 4-5 | 3,900 |
| | | 60 | 1,107 | 5-6 | 6,815 |
| | 8 | 50 | 0,897 | 4 | 1,940 |
| | | 55 | 0,931 | 5 | 3,575 |
| | | 60 | 0,981 | 6 | 6,490 |

Tabel 2. Analisis keragaman densitas komposit cara radiasi

| Sumber keragaman | Db | JKT | KT | F _{hitung} | F _{tabel} | |
|------------------|----|---------|----------|---------------------|--------------------|--------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Dosis (A) | 2 | 0,00030 | 0,00015 | 37,11** | 3,2594 | 5,2479 |
| Serat (B) | 3 | 0,17456 | 0,05818 | 14597,01** | 2,8663 | 4,3771 |
| Interaksi A-B | 6 | 0,02054 | 0,00342 | 858,87** | 2,3637 | 3,3507 |
| Poliester (C) | 2 | 0,44767 | 0,22383 | 56153,56** | 3,2594 | 5,2479 |
| Interaksi A-C | 4 | 0,01580 | 0,00395 | 991,26** | 2,6335 | 3,8903 |
| Interaksi B-C | 6 | 0,03437 | 0,00573 | 1437,29** | 2,3637 | 3,3507 |
| Interaksi A-B-C | 12 | 0,01304 | 0,00108 | 272,58** | 2,0327 | 2,7232 |
| Galat | 36 | 0,00014 | 0,000004 | | | |
| Total | 71 | 0,70642 | | | | |

Keterangan : ** = sangat nyata

Tabel 3. Analisis keragaman kekerasan komposit cara radiasi

| Sumber keragaman | Db | JKT | KT | F _{hitung} | F _{tabel} | |
|------------------|----|----------|----------|---------------------|--------------------|--------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Dosis (A) | 2 | 9,33333 | 4,66667 | 30,55** | 3,2594 | 5,2479 |
| Serat (B) | 3 | 9,81944 | 3,27315 | 21,42** | 2,8663 | 4,3771 |
| Interaksi A-B | 6 | 1,22222 | 0,20370 | 1,33 tn | 2,3637 | 3,3507 |
| Poliester (C) | 2 | 25,58333 | 12,79167 | 83,73** | 3,2594 | 5,2479 |
| Interaksi A-C | 4 | 0,58333 | 0,14583 | 0,95 tn | 2,6335 | 3,8903 |
| Interaksi B-C | 6 | 0,97222 | 0,16204 | 1,06 tn | 2,3637 | 3,3507 |
| Interaksi A-B-C | 12 | 0,86111 | 0,07176 | 0,47 tn | 2,0327 | 2,7232 |
| Galat | 36 | 5,50000 | 0,15278 | | | |
| Total | 71 | 53,87500 | | | | |

Keterangan : ** = sangat nyata ; tn = tidak nyata

Tabel 4 . Analisis keragaman kuat tekan komposit cara radiasi

| Sumber keragaman | Db | JKT | KT | F _{hitung} | F _{tabel} | |
|------------------|----|-----------|----------|---------------------|--------------------|--------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Dosis (A) | 2 | 7,43006 | 3,71503 | 26,46** | 3,2594 | 5,2479 |
| Serat (B) | 3 | 12,33159 | 4,11053 | 29,27** | 2,8663 | 4,3771 |
| Interaksi A-B | 6 | 0,85656 | 0,14276 | 1,02 tn | 2,3637 | 3,3507 |
| Poliester (C) | 2 | 103,29527 | 51,64763 | 367,80** | 3,2594 | 5,2479 |
| Interaksi A-C | 4 | 3,32844 | 0,83211 | 5,93** | 2,6335 | 3,8903 |
| Interaksi B-C | 6 | 14,80823 | 2,46804 | 17,58** | 2,3637 | 3,3507 |
| Interaksi A-B-C | 12 | 2,31475 | 0,19290 | 1,37 tn | 2,0327 | 2,7232 |
| Galat | 36 | 5,05520 | 0,14042 | | | |
| Total | 71 | 149,42011 | | | | |

Keterangan : ** = sangat nyata ; tn = tidak nyata

Tabel 5. Densitas, kuat tekan dan kekerasan komposit cara konvensional.

| Konsentrasi serat, % | Konsentrasi poliester, % | Densitas, g/cm ³ | Kuat tekan, kN/cm ² | Kekerasan pensil, H |
|----------------------|--------------------------|-----------------------------|--------------------------------|---------------------|
| 0 | 50 | 0,944 | 2,597 | 3 - 4 |
| | 55 | 1,099 | 2,922 | 4 |
| | 60 | 1,153 | 3,572 | 4 - 5 |
| 4 | 50 | 0,868 | 2,925 | 4 - 5 |
| | 55 | 1,053 | 3,575 | 5 |
| | 60 | 1,116 | 4,225 | 6 |
| 6 | 50 | 0,920 | 2,600 | 4 |
| | 55 | 1,013 | 2,925 | 4 - 5 |
| | 60 | 1,021 | 4,060 | 5 - 6 |
| 8 | 50 | 0,928 | 2,275 | 3 |
| | 55 | 0,946 | 2,925 | 4 |
| | 60 | 1,016 | 3,900 | 5 |

Tabel 6. Analisis keragaman densitas komposit cara konvensional.

| Sumber keragaman | Db | JKT | KT | F _{hitung} | F _{tabel} | |
|------------------|----|----------|---------|---------------------|--------------------|--------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Serat (A) | 3 | 1,18194 | | | | |
| Poliester (B) | 2 | 7,35857 | 0,39398 | 2,72 tn | 3,4903 | 5,9525 |
| Interaksi A-B | 6 | 0,34231 | 3,67929 | 25,37** | 3,8853 | 6,9266 |
| Galat | 12 | 1,74055 | 0,05705 | 0,39 tn | 2,9961 | 4,8205 |
| Total | 23 | 10,62339 | 0,14505 | | | |

Keterangan : ** = sangat nyata ; tn = tidak nyata

Tabel 7. Analisis keragaman kekerasan komposit cara konvensional.

| Sumber keragaman | Db | JKT | KT | F _{hitung} | F _{tabel} | |
|------------------|----|----------|---------|---------------------|--------------------|--------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Serat (A) | 3 | 5,79167 | | | | |
| Poliester (B) | 2 | 9,08333 | 1,93056 | 9,27** | 3,4903 | 5,9525 |
| Interaksi A-B | 6 | 0,58333 | 4,54167 | 21,80** | 3,8853 | 6,9266 |
| Galat | 12 | 2,50000 | 0,09722 | 0,47 tn | 2,9961 | 4,8205 |
| Total | 23 | 17,95833 | 0,20833 | | | |

Keterangan : ** = sangat nyata ; tn = tidak nyata

Tabel 8. Analisis keragaman kuat tekan komposit cara konvensional.

| Sumber keragaman | Db | JKT | KT | F _{hitung} | F _{tabel} | |
|------------------|----|---------|---------|---------------------|--------------------|--------|
| | | | | | 0,05 | 0,01 |
| Serat (A) | 3 | 0,03483 | | | | |
| Poliester (B) | 2 | 0,10956 | 0,01161 | 79,30** | 3,4903 | 5,9525 |
| Interaksi A-B | 6 | 0,02514 | 0,05478 | 374,16** | 3,8853 | 6,9266 |
| Galat | 12 | 0,00176 | 0,00419 | 28,62** | 2,9961 | 4,8205 |
| Total | 23 | 0,17130 | 0,00015 | | | |

Keterangan : ** = sangat nyata

DISKUSI

AGUSTIN SUMARTONO

Pada penelitian yang telah dilakukan dengan cara radiasi dan konvensional. Dengan cara radiasi bahan baku yang dipakai serbuk kayu, sedangkan pada cara konvensional bahan baku serat sabut kelapa. Mengapa bahan baku yang digunakan tidak berasal dari bahan baku yang sama, sehingga mudah dalam membandingkan dan dalam menarik kesimpulan ?

SUGIARTO DANU

Bahan baku yang digunakan baik dengan cara radiasi maupun konvensional sama, yaitu serbuk kayu, poliester dan serat sabut kelapa. Perbedaannya hanya cara pengeringannya, yaitu dengan radiasi dan konvensional (katalisator).

ABDUL JAMI

1. Bagaimana daya absorpsi/kekedapan terhadap air ?
2. Daya saing dengan papan partikel lain ?

SUGIARTO DANU

1. Walaupun daya absorpsi/kekedapan terhadap air belum dilakukan, tetapi secara teoritis komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini akan kedap terhadap air. Hal ini berdasarkan bahwa poliester sebagai polimer termoset cukup untuk mengikat serbuk kayu dan serat sabut kelapa, maka komposit yang dihasilkan tahan terhadap air, atau daya absorpsinya rendah terhadap air.

2. Daya saing (harga) jika dibanding dengan papan partikel yang lain belum diketahui karena belum diperkirakan biaya produksinya.

HERWINARNI SUKARNO

Pembuatan komposit secara radiasi dan konvensional apabila dilihat hasil sifat mekaniknya tidak begitu berbeda nyata apa tujuan daripada penelitian ini ? Karena dalam hal ini kurang ekonomis kalau kami tidak salah tangkap radiasi hanya untuk pengeringan (Curing), mohon penjelasan

SUGIARTO DANU

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui sifat fisik/mekanik komposit untuk papan partikel dengan pengeringan secara radiasi dan secara konvensional (katalisator).

Dari segi teknis cara radiasi memberi keleluasaan pada proses pembuatannya yaitu pencampuran dan pencetakan karena proses pengeringan baru berlangsung setelah iradiasi. Dengan cara konvensional pada pencampuran proses pengeringan sudah mulai berlangsung dan berlangsung terus pada saat pencetakan, jadi ada keterbatasan waktu pada pembuatan komposit dengan cara konvensional. Dari segi ekonomis, belum dibuat estimasi biaya kedua proses tersebut, sehingga belum dapat disimpulkan mana yang lebih ekonomis

TOGAR

1. Berapa perbedaan biaya produksi yang didapat/ditafsir bila dilakukan produksi massal dari kedua proses dengan menggunakan sinar- γ Co-60 dan menggunakan konvensional ?
2. Bagaimana mekanisme reaksi yang terjadi, sehingga papan partikel mengalami peningkatan kekerasan ?

SUGIARTO DANU

1. Perbedaan biaya produksi jika dilakukan secara masal pada kedua proses tersebut (radiasi & konvensional) belum dapat diketahui karena belum dilakukan perhitungan estimasi biaya produksinya
2. Mekanisme reaksi yang terjadi :
Mekanisme reaksi inisiasi, propagasi dan terminasi. Semakin tinggi dosis iradiasi, semakin banyak jumlah ikatan silang yang terbentuk dan semakin keras suatu polimer. Polimer yang berfungsi sebagai perekat pada pembuatan papan partikel akan menghasilkan permukaan yang keras. Peranan polimer sebagai perekat sangat menentukan kekerasan komposit atau papan partikel yang dihasilkan.

DJOHARLY CHANIAGO

1. Mana yang lebih praktis pengerjaan dengan proses radiasi atau cara konvensional ?
2. Manakah yang lebih murah costnya ? radiasi atau konvensional ?
3. Apakah produk-produk sejenis sudah dijual dipasaran ?

SUGIARTO DANU

1. Proses konvensional lebih praktis dibanding cara radiasi, karena pengeringan proses konvensional hanya dengan penambahan katalisator kemudian dibiarkan sedangkan cara radiasi memerlukan sinar- γ Co-60
2. Biaya pembuatan komposit dengan cara radiasi dan konvensional belum dihitung sehingga belum bisa diketahui mana yang lebih murah
3. Sepengetahuan kami produk-produk sejenis yaitu produk dari komposit menggunakan polimer poliester atau polimer termoset yang lain belum dijual di pasaran.