

**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	P3TIR - BATAN
	13. Dr. Komarudin Idris	(Universitas Indonesia) (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

PELAPISAN PERMUKAAN PELEPAH BATANG PISANG BATU (*Musa brachycarpa*) DENGAN RADIASI SINAR - UV*

Sugiarto Danu*, Agus Nurhadi**, Rita Puspita**, dan Anik Sunarni*

* Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jakarta

** Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Indonesia, Depok

ABSTRAK

PELAPISAN PERMUKAAN PELEPAH TANAMAN PISANG BATU (*Musa brachycarpa*) DENGAN RADIASI SINAR-UV. Percobaan pelapisan permukaan pelepah tanaman pisang batu telah dilakukan menggunakan lapisan polimer uretan akrilat dengan pengeringan sinar-UV. Bahan pelapis merupakan campuran resin uretan akrilat, monomer tripropilen glikol diakrilat (TPGDA) dan fotoinisiator radikal 2,2-dimetil-2-hidroksi asetofenon. Konsentrasi TPGDA dalam campuran dengan resin uretan akrilat adalah 60, 70 dan 80 % berat, sedangkan konsentrasi fotoinisiator divariasi menjadi 1,5 ; 2,0 dan 2,5 % berat campuran resin dan monomer. Iradiasi dilakukan menggunakan sinar-UV dengan daya 80 Watt/cm pada kecepatan konveyor 2; 3 dan 4 m/menit. Analisis dan sifat lapisan yang diukur meliputi spektrum infra merah (IR), fraksi gel, kekerasan, ketahanan kikis, kilap dan ketahanan terhadap bahan kimia pelarut dan noda. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada umumnya lapisan polimer uretan akrilat pada permukaan substrat mempunyai kekerasan, ketahanan kikis serta kilap yang rendah. Lapisan tahan terhadap bahan kimia natrium karbonat 1 %, asam asetat 5 %, alkohol 50 %, "thinner" dan spidol permanen warna merah, biru dan hitam, tetapi tidak tahan terhadap natrium hidroksida 10 % dan asam sulfat 10 %. Kondisi optimal dicapai pada konsentrasi fotoinisiator sebesar 2 % dan kecepatan konveyor 3 m/menit.

ABSTRACT

SURFACE COATING OF *Musa brachycarpa* TRUNK USING UV-RADIATION. An experiment on UV-curing of surface coating of *Musa brachycarpa* was carried out using urethane acrylate polymer films. Radiation curable material was the mixture of urethane acrylate resin, tripropylene glycol diacrylate monomer (TPGDA) and radical photoinitiator of 2,2-dimethyl-2-hydroxy acetophenone. The TPGDA concentrations in the mixture with urethane acrylate resin were 60; 70 and 80 % by weight, whereas concentrations of photoinitiator were varied at the level of 1.5 ; 2.0 and 2.5 % by weight based on resin and monomer mixture. Irradiation was conducted by using 80 Watt/cm intensity UV-light at the conveyor speed of 2; 3 and 4 m/min. Analysis and film properties observed were IR spectrum, gel fraction, hardness, abrasion resistance, glossy and chemical, solvent and stain resistances. Results of the experiment showed that in general urethane acrylate polymer films on the substrate surface have low hardness, abrasion resistance and glossy. Films have good resistances against 1 % sodium carbonate, 5 % acetic acid, 50 % alcohol, thinner and red, blue and black permanent marker, except against 10 % sodium hydroxide and 10 % sulfuric acid. Optimum condition was achieved at the photoinitiator concentration level of 2 % and conveyor speed of 3 m/min.

PENDAHULUAN

Jenis tanaman pisang batu (*Musa brachycarpa*) memiliki serat dengan kekuatan tarik yang kuat, kehalusan tinggi, lembut dan mengkilap serta memiliki tekstur dan penampilan permukaan yang tinggi [1]. Batang pisang tersebut memiliki kandungan terbesar berupa air sekitar 90 - 93 % dan selebihnya adalah padatan yang sebagian besar merupakan selulosa. Selain sebagai sumber daya hayati, tanaman tersebut dapat dimanfaatkan untuk industri kertas, obat, bahan kerajinan tangan, bahan makanan, minuman dan lain-lain [2,3]. Beberapa produk kerajinan tangan dari pelepah batang pisang antara lain : tas, sampul atau kulit buku dan cinderamata.

Sebelum pelepah batang pisang dipakai untuk suatu produk diperlukan proses pelapisan permukaan untuk meningkatkan penampilan serta keawetannya. Sinar ultra violet (UV) merupakan salah satu jenis radiasi yang banyak dipakai untuk pengeringan pada proses pelapisan permukaan.

Dalam percobaan ini dipakai senyawa uretan akrilat karena mempunyai sifat ulet, tahan terhadap bahan kimia dan dapat melekat baik pada permukaan yang kompleks. Selain itu, polimer uretan akrilat mempunyai sifat adhesi yang baik dan fleksibel sehingga cocok untuk pelapisan permukaan bahan yang sifatnya fleksibel misalnya PVC, plastik dan kulit (4). Dalam percobaan ini, sebagai diluen dipakai monomer difungsional tripropilen glikol diakrilat (TPGDA). Penggunaan monomer TPGDA didasarkan pertimbangan bahwa monomer tersebut mempunyai viskositas dan "draize rating" rendah, serta daya larut dan reaktivitas yang tinggi terhadap prapolimer akrilat [5].

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat lapisan polimer campuran uretan akrilat dan TPGDA hasil iradiasi sinar-UV pada permukaan pelepah batang pisang batu. Adapun parameter yang diukur meliputi spektrum IR lapisan, fraksi gel, kekerasan, ketahanan kikis, kilap lapisan dan ketahanan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Sampel pelepah batang pisang batu diperoleh dengan cara penebangan, pembersihan, pemotongan dan pengeringan. Resin poliuretan akrilat dengan nama komersial Crisvon NB-646-NS berasal dari PT Pardic Jaya Chemicals, Tangerang. Monomer TPGDA dan fotoinisiator 2,2-dimetil-2-hidroksi asetofenon dengan nama komersial Darocur 1173 buatan Merck. Bahan pelapis konvensional berupa vernis poliuretan buatan PT Propan Raya, Tangerang. Struktur kimia komponen bahan pelapis radiasi terdapat pada Tabel 1.

Alat. Sumber radiasi-UV terdiri dari 1 lampu dengan daya 80 Watt/cm buatan IST Strahlentechnik GmbH, Jerman.

Percobaan. Pelepah batang pisang (substrat) dibersihkan menggunakan air, kemudian dipotong-potong dengan ukuran ± 30 cm. Pelepah selanjutnya direndam ke dalam larutan asam benzoat 10 % dengan pelarut alkohol 50 % selama 12 jam, dibersihkan dengan air, dikeringkan menggunakan sinar matahari dan kemudian disetrika. Agar pelepah tersebut dapat menjadi lembaran dan rata, maka pelepah tersebut direkatkan pada kertas tebal.

Bahan pelapis radiasi dibuat dengan mencampur resin uretan akrilat dengan TPGDA. Konsentrasi TPGDA dalam campuran divariasikan menjadi 60, 70 dan 80% berat campuran. Ke dalam campuran ditambahkan fotoinisiator 2,2-dimetil-2-hidroksi asetofenon sebanyak 1,5 ; 2 dan 2,5 % berat campuran resin dan monomer. Campuran diaduk dan ditutup agar kedap cahaya. Sebagai perbandingan dipakai juga bahan pelapis konvensional yang dibuat dengan mencampur vernis poliuretan dengan pengeras ("hardener") dengan perbandingan berat 2:1.

Pelapisan dilakukan menggunakan kuas. Iradiasi sinar-UV dilakukan pada kecepatan konveyor 2; 3 dan 4 m/menit sebanyak 3 kali iradiasi. Spektrum IR diukur menggunakan FT-IR 8201 PC buatan Shimadzu. Fraksi gel diukur terhadap lapisan pada permukaan aluminium dengan ekstraksi selama 16 jam menggunakan pelarut aseton. Kekerasan pendulum ditentukan dengan metode Koenig menggunakan Pendulum Hardness Rocker Counter buatan Sheen Ltd., sesuai ISO 1522-1973(E) [6]. Ketahanan kikis diukur berdasarkan ASTM D 4060-81 [7] menggunakan Rotary Abrasion Tester buatan Toyoseiki. Kilap lapisan diukur menggunakan Glossmeter buatan Toyoseiki berdasarkan ASTM D 523-80 [8]. Pengujian ketahanan lapisan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda dilakukan menggunakan uji tetes menurut ASTM D 1308-79 [9]. Bahan penguji yang dipakai adalah Na_2CO_3 1 %, H_2SO_4 10 %, asam asetat 5 %, alkohol 50 %, NaOH 10 %, "thinner", serta spidol permanen warna merah, biru dan hitam.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lapisan Permukaan. Viskositas bahan pelapis merupakan faktor penting karena menentukan kondisi lapisan pada permukaan pelepah batang pisang dan sifat

lapisan padat setelah diiradiasi sinar-UV. Oleh sebab itu, peranan monomer reaktif, dalam hal ini TPGDA menentukan viskositas bahan pelapis. Tabel 2 menunjukkan viskositas bahan pelapis radiasi pada variasi konsentrasi fotoinisiator dan TPGDA. Semakin tinggi konsentrasi TPGDA, semakin rendah viskositas bahan pelapis. Bahan pelapis dengan konsentrasi TPGDA 60 dan 70 % menghasilkan campuran yang homogen, sedangkan pada konsentrasi 80 % terjadi 2 fase, yaitu cairan dan gel sehingga perlu dipisahkan dulu sebelum dipakai. Viskositas rendah menghasilkan lapisan relatif lebih rata dibanding bahan pelapis yang mempunyai viskositas lebih tinggi. Kondisi permukaan substrat yang secara alami tidak rata dan beralur menyebabkan lapisan yang dihasilkan tidak begitu rata terutama pada penggunaan bahan pelapis dengan konsentrasi TPGDA 60 %. Pada konsentrasi TPGDA 60 % viskositas bahan pelapis adalah 914 cp.

Fotoinisiator 2,2-dimetil-2-hidroksi asetofenon merupakan turunan dari asetofenon dan membentuk radikal melalui reaksi abstraksi hidrogen. Semakin tinggi konsentrasi fotoinisiator dalam bahan pelapis, semakin banyak jumlah radikal yang terbentuk karena terkena pantulan sinar matahari secara tidak langsung pada saat pembuatan bahan pelapis. Jika jumlah radikal yang terbentuk semakin banyak, maka polimerisasi dini yang terjadi juga semakin besar terutama pada polimer dengan berat molekul tinggi. Terjadinya polimerisasi dini pada bahan pelapis menyebabkan kenaikan viskositas. Pada konsentrasi fotoinisiator lebih tinggi dari 2 % yaitu 2,5 %, jumlah radikal semakin besar, sehingga terjadi kelebihan radikal dibanding bagian reaktif yang ada. Akibatnya, radikal tidak dapat lagi memacu reaksi polimerisasi sehingga tahap reaksi terminasi yang terjadi. Dalam keadaan ini reaksi yang terjadi membentuk polimer dengan berat molekul rendah sehingga viskositas bahan pelapis mengalami penurunan. Konsentrasi bahan pelapis konvensional relatif rendah jika dibandingkan bahan pelapis konvensional, yaitu sekitar 56 cp.

Pengukuran tebal lapisan agak sulit karena substrat berbentuk alur-alur, sehingga tebal lapisan ditentukan dari berat dan densitas bahan pelapis. Dari perhitungan diperoleh tebal rata-rata bahan pelapis radiasi adalah 18,76 μm sedangkan lapisan konvensional mempunyai tebal rata-rata 14,0 μm .

Spektroskopi IR. Hasil pengukuran spektrum IR terlihat pada Gambar 1a, b, c dan d. Spektrum pada lapisan polimer uretan akrilat hasil iradiasi menunjukkan adanya puncak serapan yang agak melebar pada bilangan gelombang 3500 dan 3300 cm^{-1} . Pita serapan tersebut merupakan serapan dari vibrasi rentangan N-H. Adanya ikatan vibrasi N-H diperkuat dengan munculnya puncak serapan pada panjang gelombang sekitar 840,90 cm^{-1} . Hal ini menunjukkan bahwa resin uretan akrilat yang digunakan mempunyai gugus uretan dengan ikatan N-H. Ikatan C-N pada resin ditunjukkan adanya pita serapan pada panjang gelombang 1600-1500 cm^{-1} . Puncak serapan pada panjang gelombang sekitar 3000-2800 cm^{-1} menunjukkan C-H alifatik dari gugus vinil yang berikatan silang. Gugus karbonil pada monomer dan resin uretan akrilat terlihat pada panjang gelombang 1700 cm^{-1} .

Hasil pengukuran sampel substrat dan substrat yang telah dilapisi baik secara radiasi maupun konvensional memperlihatkan spektrum yang sangat kompleks. Gugus hidroksil O-H ditunjukkan oleh serapan pada panjang gelombang sekitar 3600-3000 cm^{-1} , sedangkan C-H alifatik ditunjukkan serapan pada panjang gelombang 3000-2800 cm^{-1} . Serapan pada panjang gelombang 1118,6 cm^{-1} menunjukkan adanya rentangan C-O dari selulosa dan lignin. Dari data spektrum terlihat bahwa komponen yang dominan adalah selulosa. Spektrum substrat yang telah dilapisi baik secara radiasi maupun konvensional menunjukkan adanya sedikit perubahan pada intensitas absorpsi yang terjadi. Hal ini memberi informasi bahwa lapisan polimer hanya mempunyai ikatan secara fisika dengan substrat pelepah batang pisang batu.

Fraksi-gel. Fraksi gel ditentukan oleh banyaknya polimer ikatan silang yang terjadi antara resin dan monomer. Tabel 3 menyajikan fraksi gel lapisan pada perlakuan konsentrasi TPGDA, fotoinisiator, dan kecepatan konveyor. Pada konsentrasi fotoinisiator 1,5 % jumlah radikal yang terbentuk relatif sedikit dibanding jumlah bagian reaktif sehingga pembentukan gel relatif rendah. Jika konsentrasi terlalu tinggi (2,5 %), radikal yang terbentuk terlalu banyak sehingga reaksi terminasi berjalan lebih dominan dibanding reaksi propagasi [10]. Akibatnya, pembentukan homopolimer meningkat menghasilkan polimer dengan berat molekul rendah yang mudah larut dalam aseton pada saat ekstraksi. Sebagai contoh, pada konsentrasi fotoinisiator 2 % dengan konsentrasi TPGDA 70 % dan kecepatan konveyor 2 m/menit besarnya fraksi-gel 92,05 % , sedangkan pada kondisi yang sama pada konsentrasi fotoinisiator 1,5 dan 2,5 % masing-masing lapisan mempunyai fraksi gel 89,11 dan 90,30 %. Hal yang sama terjadi sebagai pengaruh variasi kecepatan konveyor. Jika radikal yang terbentuk terlalu sedikit yaitu pada kecepatan konveyor 4 m/menit sebagai akibat kurangnya jumlah radiasi yang diterima lapisan maka fraksi gel relatif rendah. Tetapi jika jumlah radikal terlalu banyak yaitu pada kecepatan konveyor 2 m/menit, maka nilai fraksi gel juga relatif rendah dibandingkan dengan fraksi gel pada kecepatan konveyor 3 m/menit. Dari tabel terlihat bahwa pada konsentrasi TPGDA 60 %, konsentrasi fotoinisiator 2 % dan kecepatan konveyor 3 m/menit fraksi gel besarnya 94,14 % sedangkan pada kondisi yang sama, dengan kecepatan konveyor 2 dan 4 m/menit nilai fraksi gel masing-masing 91,36 dan 90,54 %. Fraksi gel bahan pelapis konvensional adalah 87,9 %.

Kekerasan. Sifat kekerasan dipengaruhi densitas ikatan silang. Semakin tinggi densitas ikatan silang, semakin tinggi kekerasan lapisan. Sifat kekerasan dipengaruhi oleh fraksi gel. Pada umumnya semakin tinggi fraksi gel, semakin keras suatu lapisan. Seperti kecenderungan data fraksi gel yang diperoleh, kekerasan tertinggi dicapai pada konsentrasi TPGDA 70 %, konsentrasi fotoinisiator 2 % dan kecepatan konveyor 3 m/menit. Kekerasan seluruh lapisan relatif rendah yaitu hanya antara 17 dan 24 detik. (Tabel 4). Rendahnya nilai kekerasan lapisan karena dipengaruhi oleh tebal lapisan dan kekerasan substrat. Menurut SENG [11], kekerasan

pendulum suatu lapisan dipengaruhi oleh kondisi substrat jika tebal lapisan kurang dari 30 μm . Dalam percobaan ini tebal lapisan bahan pelapis radiasi dan konvensional masing-masing hanya 18,76 dan 14 μm . Kekerasan lapisan konvensional relatif lebih tinggi yaitu 27 detik. Kekerasan rata-rata substrat sendiri rendah (lunak) yaitu hanya 12 detik.

Ketahanan Kikis. Pengukuran ketahanan kikis dipengaruhi oleh kondisi permukaan substrat. Semakin banyak lapisan yang terkikis, semakin banyak kehilangan berat. Semakin rendah bilangan seperti tertera pada Tabel 5, semakin tinggi ketahanan kikisnya. Dalam hal ini kondisi substrat yang beralur, lunak dan tidak homogen menghasilkan ketahanan kikis lapisan yang rendah dan datanya agak tersebar. Walaupun demikian, hasil pengukuran ketahanan kikis mempunyai kecenderungan yang sama dengan fraksi gel dan kekerasan. Semakin tinggi densitas polimer ikatan silang, semakin tinggi ketahanan kikisnya. Sampel mempunyai ketahanan kikis tertinggi pada konsentrasi fotoinisiator 2 %. Sebagai contoh, pada konsentrasi TPGDA 60 % dan kecepatan konveyor 2 m/menit, dengan konsentrasi fotoinisiator 2 % jumlah lapisan yang terkikis 248 mgr, sedangkan pada kondisi yang sama dengan konsentrasi fotoinisiator 1,5 dan 2,5 % jumlah lapisan yang terkikis 290 dan 279 mgr. Pengaruh kecepatan konveyor terhadap ketahanan kikis tidak memberi informasi yang jelas karena data yang fluktuatif.

Kilap. Hasil pengukuran kilap seperti terlihat pada Tabel 6 menunjukkan bahwa kilap seluruh contoh uji sangat rendah yaitu berkisar antara 3 dan 8 %. Warna coklat tua dan agak kehitam-hitaman serta kondisi beralur pada permukaan substrat menyebabkan sebagian besar sinar yang mengenai permukaan sampel pada pengukuran kilap diserap substrat sehingga menghasilkan kilap yang sangat rendah. Perbedaan jumlah polimer ikatan silang yang ditunjukkan oleh fraksi gel juga berpengaruh terhadap hasil pengukuran kilap lapisan. Semakin tinggi jumlah polimer ikatan silang semakin tinggi kerapatan lapisan dan semakin tinggi pantulan sinar yang mengenai lapisan. Pada konsentrasi TPGDA yang sama, dengan konsentrasi fotoinisiator 2 % dan kecepatan konveyor 3 m/menit, menghasilkan kilap lapisan relatif lebih tinggi dibanding yang lain.

Ketahanan Terhadap Bahan Kimia Pelarut dan Noda. Hasil pengujian ketahanan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda menggunakan uji tetes memberi informasi bahwa sampel substrat mengalami kerusakan yang cukup besar dengan ditandai oleh terjadinya pembengkakan permukaan, pelunakan dan perubahan menjadi warna putih. Substrat juga tidak tahan terhadap semua spidol permanen yang diujikan. Sampel yang sudah dilapisi baik secara radiasi maupun konvensional tidak menunjukkan adanya perubahan pada lapisan kecuali pada penggunaan bahan kimia penguji NaOH 10 % dan H_2SO_4 10 %. Sebagai asam kuat dan basa kuat bahan kimia tersebut dapat melakukan penetrasi ke dalam lapisan, sehingga menyebabkan pembengkakan pada lapisan dan substrat.

KESIMPULAN

Dari hasil percobaan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Pelapisan permukaan pelepah batang pisang batu menggunakan lapisan polimer uretan akrilat dengan radiasi sinar-UV maupun konvensional dapat meningkatkan sifat kekerasan, ketahanan kikis dan ketahanan terhadap bahan kimia, pelarut dan noda. Walaupun demikian, peningkatan tersebut tidak begitu besar dengan masih rendahnya kekerasan dan ketahanan kikis lapisan. Pengukuran spektrum IR memberi informasi bahwa ikatan antara substrat dan lapisan polimer berupa ikatan fisika.
2. Kondisi permukaan substrat yang tidak rata, lunak dan beralur merupakan salah satu faktor penting sehingga tidak diperolehnya kondisi permukaan dan sifat lapisan yang baik. Diperlukan metode lain untuk meningkatkan kualitas pelepah tanaman pisang batu misalnya dengan cara perendaman substrat kemudian diiradiasi.
3. Pada umumnya kondisi optimal dicapai pada konsentrasi TPGDA sebesar 70 %, konsentrasi fotoinisiator 2 % dan kecepatan konveyor 3 m/menit.

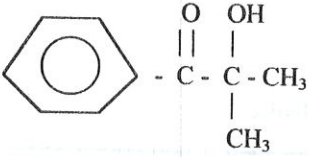
UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh operator di fasilitas mesin berkas elektron yang telah memberi layanan iradiasi sinar-UV sehingga penelitian ini dapat selesai sesuai dengan rencana.

DAFTAR PUSTAKA

1. HEYNE, K., Tumbuhan Berguna Indonesia I, Yayasan Sarana Wanajaya, Jakarta, 1987.
2. NURYANI, S., dan SOEDJONO., Budidaya Pisang, Dahara Prize, Semarang, 1996
3. MUNADJIM., Teknologi Pengolahan Pisang, PT. Gramedia, Jakarta, 1983.
4. ALLEN, N. S., JOHNSON, M. A., OLDRING, P. K. T., and SALIM, M. S., Chemistry & Technology of UV & EB Formulation for Coatings, Inks & Paints, Vol. II, SITA, London, 1991.
5. HOLMAN, R., and OLDRING, P., UV & EB Curing Formulation for Printing Inks Coatings & Paints, SITA, London, 1988.
6. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, Paints and Varnishes, Pendulum Damping Test ISO 1522-1973 (E) 348, (1973).
7. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Annual Book of ASTM Standards, Part 27, ASTM, Philadelphia (1982) 918.
8. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Annual Book of ASTM Standards, Part 27, ASTM, Philadelphia (1982) 105.
9. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, Annual Book of ASTM Standards, Part 27, ASTM, Philadelphia (1982) 188.
10. HANRAHAN, M. J., "The effect of photoinisiator concentration on the properties of UV formulations", Proceedings RadTech'90 North America, Vol. I, Chicago (1990) 249.
11. SENG, H. P., Test methods for the characterisation of UV-and EB-cured printing varnishes, Part I, Betagamma 3 (1989) 10.

Tabel 1. Struktur kimia resin uretan akrilat, monomer TPGDA dan fotoinisiator.

Nama kimia	Struktur kimia
Uretan akrilat	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{H} \quad \text{H} \quad \text{O} \\ \quad \quad \quad \\ \text{CH}_2 = \text{C} - \text{R} - \text{O} - \text{C} - \text{N} - \text{R}^1 - \text{N} - \text{C} - \text{O} - \text{R} - \text{C} = \text{CH}_2 \\ \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \qquad \\ \text{Y} \qquad \qquad \qquad \text{O} \qquad \qquad \qquad \text{Y} \\ \\ \text{R} : - \text{C} - \text{O} - (-\text{CH}_2) - \text{CH}_2 - \\ \text{Y} : \text{H} \text{ atau } \text{CH}_3 \\ \text{R}^1 : \text{diisosianat} \end{array}$
Tripropilen glikol diakrilat (TPGDA)	$\begin{array}{c} \text{O} \qquad \text{CH}_3 \qquad \text{O} \\ \qquad \qquad \\ \text{CH}_2 = \text{CH} - \text{C} - \text{O} - (-\text{CH} - \text{CH}_2 - \text{O}-)_3 - \text{C} - \text{CH} = \text{CH}_2 \end{array}$
2,2-dimetil-2-hidroksi asetofenon	

Tabel 2. Viskositas bahan pelapis radiasi (cp) pada suhu 25°C

Konsentrasi fotoinisiator (%)	Konsentrasi TPGDA (%)		
	60	70	80
1,5	736	361	84
2,0	980	425	146
2,5	914	407	131

Viskositas bahan pelapis konvensional : 56 cp.

Tabel 3. Fraksi gel lapisan (%)

Konsentrasi TPGDA (%)	Konsentrasi fotoinisiator (%)	Kecepatan konveyor, m/menit		
		2	3	4
60	1,5	90,24	90,93	86,09
	2,0	91,36	94,14	90,54
	2,5	89,90	90,31	90,93
70	1,5	89,11	89,93	88,08
	2,0	92,05	92,65	89,84
	2,5	90,30	92,16	90,59
80	1,5	86,07	89,11	86,57
	2,0	86,66	89,55	88,50
	2,5	91,33	93,27	91,48

Fraksi gel lapisan konvensional : 87,9 %

Tabel 4. Kekerasan pendulum lapisan (detik).

Konsentrasi TPGDA (%)	Konsentrasi fotoinisiator (%)	Kecepatan konveyor, m/menit		
		2	3	4
60	1,5	21	17	21
	2,0	21	22	22
	2,5	21	24	23
70	1,5	19	21	19
	2,0	22	24	23
	2,5	20	22	22
80	1,5	17	21	19
	2,0	21	22	19
	2,5	20	20	19

Kekerasan lapisan konvensional : 27 detik

Tabel 5. Ketahanan kikis dinyatakan dalam berat yang terkikis (mgr) diukur pada 1000 putaran, 70 rpm dan beban 500 gr menggunakan alat kikis Cs-17.

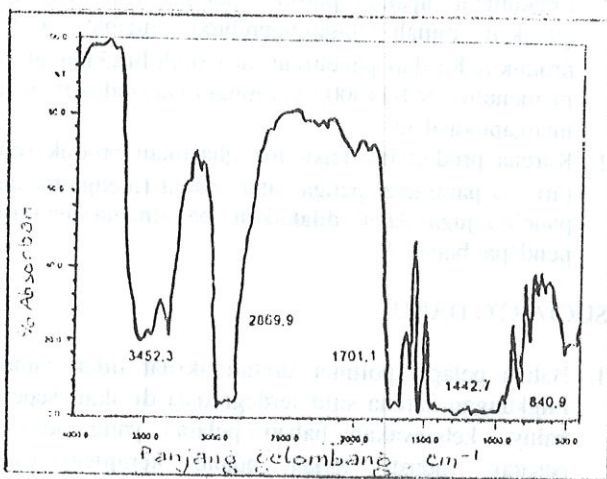
Konsentrasi TPGDA, (%)	Konsentrasi fotoinisiator, (%)	Kecepatan konveyor, m/menit		
		2	3	4
60	1,5	200	306	220
	2,0	248	279	206
	2,5	273	277	244
70	1,5	265	250	262
	2,0	210	253	182
	2,5	227	242	204
80	1,5	282	242	268
	2,0	215	206	240
	2,5	265	244	248

Ketahanan kikis lapisan konvensional : 207 mgr.

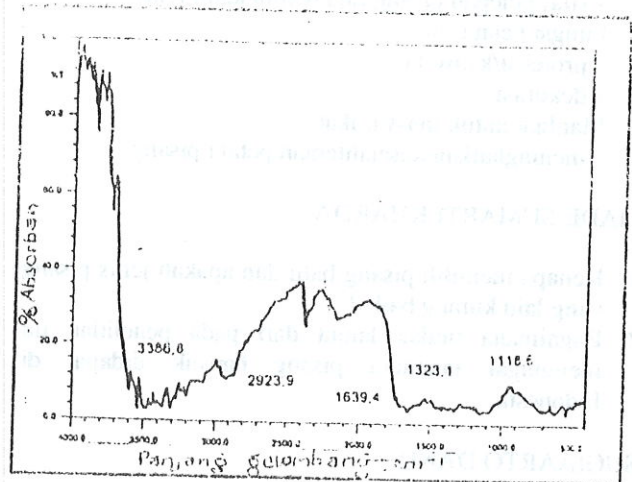
Tabel 6. Kilap lapisan (%) pada pengukuran dengan sudut datang 60°

Konsentrasi TPGDA (%)	Konsentrasi fotoinisiator (%)	Kecepatan konveyor, m/menit		
		2	3	4
60	1,5	5,0	6,8	6,3
	2,0	5,7	7,0	6,7
	2,5	4,7	4,9	4,7
70	1,5	3,7	4,9	7,0
	2,0	5,5	6,6	5,4
	2,5	5,0	5,8	5,4
80	1,5	5,7	4,0	4,3
	2,0	7,1	6,7	8,0
	2,5	4,6	5,7	4,7

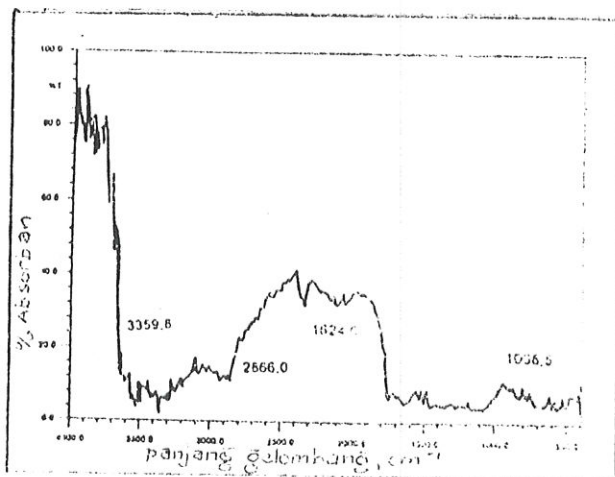
Kilap lapisan konvensional : 6,7 %



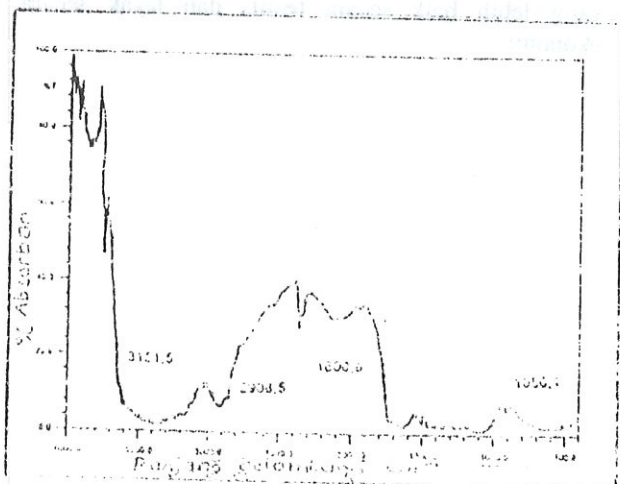
a)



b)



c)



d)

Gambar 1. Spektrum IR beberapa sampel pada pelapisan polimer uretan akrilat
 a). Lapisan polimer uretan akrilat.
 b). Substrat pelepah batang pisang
 c). Substrat yang sudah dilapisi secara radiasi-UV
 d). Substrat yang sudah dilapisi secara konvensional

DISKUSI

EKA RUSMAWATI

1. Kriteria pemilihan pelepah pisang batu, kenapa bukan pisang jenis lain misalnya pisang raja ?
2. Fungsi dan tujuan pelapisan serta manfaat untuk masyarakat.

SUGIARTO DANU

1. Kriteria pemilihan pisang batu
 - mudah tumbuh
 - cepat tumbuh
 - kuat & ulet
 - teksturnya menarik
 - sifat pelepah pisang raja belum kami teliti.
2. Fungsi pelapisan
 - proteksi/keawetan
 - dekorasiManfaat untuk masyarakat
 - meningkatkan kesejahteraan petani pisang.

MADE SUMARTI KHARDA

1. Kenapa memilih pisang batu dan apakah jenis pisang yang lain kurang baik ?
2. Bagaimana tindak lanjut dari pada penelitian ini mengingat tanaman pisang banyak didapat di Indonesia ?

SUGIARTO DANU

1. Jawaban seperti pertanyaan Ibu Dra. Eka Rusmawati
2. Tindak lanjut :
Melanjutkan/mengembangkan penelitian ini menggunakan pelepah batang pisang dan bahan pelapis yang lain untuk menghasilkan kualitas produk yang lebih baik secara teknis dan layak secara ekonomi.

WIWIEK SOFIARTI

Pada pelapisan permukaan pelepah tanaman pisang disini ikatan fisika apa yang terjadi antara resin + campuran dengan permukaan pelepah ?

SUGIARTO DANU

Ikatan fisika yang terjadi antara resin/folimer dengan permukaan pelepah adalah ikatan mekanik.

RAHAYU CHOSDU

1. Pelepah batang pisang batu bahan yang ramah lingkungan, apakah polimer pelapis yang saudara gunakan ramah lingkungan/biodegradable, kalau produk akhir dari penelitian ini ramah lingkungan \Rightarrow memenuhi ISO-14000, kemungkinan industri mau mengaplikasikan.
2. Karena produk ini dapat menghasilkan produk seni (art) \Rightarrow parameter pengamatan visual (menggunakan panelis) juga dapat dilakukan, bagaimana menurut pendapat bapak ?

SUGIARTO DANU

1. Bahan pelapis polimer uretan akrilat tidak ramah lingkungan karena sulit terdegradasi di alam seperti halnya kebanyakan bahan pelapis yang ada di pasaran. Industri terkait adalah kerajinan yang menggunakan pelepah batang pisang.
2. Untuk barang seni, parameter pengamatan visual memang dapat berpengaruh terhadap jenis produk yang dihasilkan.