

ISSN 2087-3336 (Print) | 2721-4729 (Online)

TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi dan Informatika

Volume 9, Nomor 1, Januari 2022, hlm 55-64

<http://jurnal.stmcileungsi.ac.id/index.php/tekno>

DOI: 10.37373

Pengembangan Bahan Alam: Gondorukem dan Anchor sebagai Bahan Konservan Fosil

Development of Natural Materials: Gondorukem and Anchor as Fossil Conservation Materials

Sugeng Maulana¹, Kun Harismah^{2*}

^{1,2*} Department of Chemical Engineering, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Indonesia

^{1,2*} Jl. A. Yani, Mendungan, Pabelan, Kec. Kartasura, Kabupaten Sukoharjo, Jawa Tengah 57169

*Koresponden email: kun.harismah@ums.ac.id

Artikel dikirim: 10/11/2021

Artikel direvisi: 23/11/2021

Artikel diterima: 9/12/2021

ABSTRAK

Tujuan konservasi fosil adalah menggunakan bahan-bahan yang paling sedikit menyebabkan kerusakan pada fosil. Penting untuk memahami bahan perekat yang ideal dan alami. Penelitian ini bertujuan mengembangkan bahan alami sebagai bahan perekat konservasi fosil. Bahan yang diuji sebagai alternatif konservasi fosil adalah gondorukem dan anchor. Perekat alam diharapkan dapat memberikan alternatif yang dapat digunakan untuk konservasi fosil. Sebagai pembanding adalah bahan yang selama ini digunakan untuk konservasi fosil yaitu epoksi resin. Parameter pengujian yang digunakan antara lain uji kenampakan atau visual, uji keasaman (pH), uji berat jenis, uji kadar padatan, uji waktu perekat mulai mengering dan analisis gugus fungsi dan senyawa yang terkandung dalam material bahan perekat. Hasil penelitian menunjukkan perekat alami dari tumbuhan (gondorukem) serta perekat alami dari hewan (anchor) dapat digunakan untuk menyambungkan fosil yang patah dengan ukuran fosil yang relatif kecil dan sedang dimana dari bahan perekat alternatif tersebut dipilih anchor sebagai bahan alternatif pilihan karena karakteristik yang hampir sama dengan epoksi resin. Dari hasil penelitian yang dilakukan dipilih anchor sebagai bahan perekat yang paling bagus karena memiliki karakteristik yang hampir sama dengan epoksi resin.

Kata kunci: Konservasi; Gondorukem; Anchor; Epoksi Resin

ABSTRACT

The goal of fossil conservation is to use materials that cause the least amount of damage to fossils. It is important to understand the ideal and natural adhesive material. This study aims to develop natural materials as an adhesive for fossil conservation. The materials tested as alternatives to fossil conservation are gondorukem and anchor. Natural adhesives are expected to provide an alternative that can be used for fossil conservation. As a comparison, the material that has been used for fossil conservation is epoxy resin. The test parameters used include the appearance or visual test, acidity test (pH), specific gravity test, solids content test, test when the adhesive starts to dry, analysis of functional groups and compounds contained in the adhesive material. The results showed that natural adhesives from plants (gondorukem) as well as natural adhesives from animals (anchors) can be used to connect broken fossils with relatively small and medium-size fossils. Redundancy choice because the characteristics are almost the same as the epoxy resin. From the results of the research



TEKNOSAINS: Jurnal Sains, Teknologi & Informatika is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

conducted, anchor was chosen as the best adhesive material because it has almost the same characteristics as epoxy resin.

Keywords: Conservation; Gondorukem; Anchor, Epoxy Resin.

1. PENDAHULUAN

Kekayaan yang dimiliki suatu bangsa mempunyai nilai keilmuan bagi bangsa tersebut sehingga kekayaan ini sangat penting untuk dilestarikan [1]. Kekayaan budaya bangsa dikenal dengan istilah cagar budaya. Bangsa Indonesia memiliki beragam cagar budaya salah satunya adalah fosil. Fosil adalah sisa, jejak atau cetakan manusia, hewan, maupun tumbuhan yang membantu dan awet[2]. Fosil yang ditemukan biasanya tidak dalam keadaan utuh dan walaupun ditemukan utuh, fosil tersebut masih rentan patah[3]. Ada dua penyebab kerusakan pada fosil yaitu kerusakan yang disebabkan oleh tindakan fisik dan kerusakan yang disebabkan oleh lingkungan yang tidak sesuai[3]. Untuk menangani patah pada fosil dapat dilakukan konservasi dengan menyambungkan potongan-potongan fosil.

Perekat merupakan komponen integral dalam konservasi fosil. Metode konservasi fosil dilakukan dengan cara menentukan bahan perekat sintetis seperti epoksi resin. Epoksi resin merupakan salah satu perekat penting yang mampu mengikat berbagai bahan seperti baja, tembaga, kayu, besi, semen, plastik dan komposit[4]. Bahan ini sudah banyak dipakai dalam proses konservasi karena dapat mengkonservasi fosil tanpa perlu memilah komposisi fosilnya yang artinya dapat dipakai untuk segala jenis komposisi fosil. Hal ini menjadi penting karena komposisi fosil yang satu dengan fosil yang lain bisa sangat beragam.

Epoksi resin telah terbukti efektif untuk konservasi fosil dan telah digunakan di berbagai negara. Akan tetapi karena epoksi resin merupakan bahan kimia sintetis sedangkan tujuan konservasi fosil adalah menggunakan bahan-bahan yang paling sedikit menyebabkan kerusakan pada fosil[5]. Oleh karena itu, pentingnya memahami bahan perekat yang ideal dan alami.

Terdapat potensi alam yang dapat dimanfaatkan sebagai perekat yaitu gondorukem dan anchor[7]. Gondorukem dipilih karena memiliki sifat sebagai bahan perekat yang berfungsi sebagai perekatan atau kekentalan, dan dapat menjadi bahan alternatif untuk menjaga kualitas kekentalan aspal dan bahan konsolidasi fosil [5][6]. Anchor adalah lem hewan tidak beracun yang bisa menjadi karet alami [7]. Anchor dapat larut dalam air panas, dan pada waktu pendinginan terjadi pembekuan seperti agar-agar (*jelly*), sehingga bahan ini dapat menghasilkan daya rekat pertama yang cukup kuat[1]. Pemilihan bahan-bahan tersebut dikarenakan bahan tersebut memiliki sifat yang sama dengan epoksi resin antara lain berbentuk padatan/kristal, larut sempurna dalam pelarut organik (berbasis minyak) dan mengeras kembali setelah pelarut menguap sehingga berpotensi dapat dipakai untuk konservasi fosil yang patah.

Dari penelusuran paten melalui pangkalan data Kekayaan Intelektual Indonesia, diperoleh paten IDP000057741 yaitu perekat dapat dibuat dengan menggunakan bahan yang mengandung etilena atau olefin dan bahan dasar dari alam berupa *rosin* atau disebut *colophony* atau *pitch yunani (Pix græca)*, yang merupakan bentuk padat dari resin yang diperoleh dari getah pohon pinus.

Perekat alam diharapkan dapat memberikan alternatif yang dapat digunakan untuk konservasi fosil[11]. Perekat alam dipilih karena lebih ramah lingkungan, mudah didapat dan harganya relatif terjangkau [9]. Oleh karena itu perlu dilakukan kajian pengembangan perekat alam untuk konservasi fosil sebagai alternatif bahan konservasi yang selama ini menggunakan Paraloid B72. Penelitian Haldoko (2016) mengembangkan gondorukem untuk konsolidasi fosil. Penelitian tersebut menggunakan gelatin sebagai bahan pelarut. Sedangkan penelitian ini bertujuan mengembangkan perekat dari bahan alam berupa gondorukem, menggunakan pelarut benzena dan anchor menggunakan pelarut aquades sebagai bahan perekat alternatif dalam konservasi kajian pengembangan perekat alam

untuk konservasi fosil sebagai alternatif bahan konservasi yang selama ini menggunakan Paraloid B72 fosil.

2. METODE

Penelitian dilakukan di Balai Pelestarian Situs Manusia Purba (BPSMP) Sangiran. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dua faktor dengan dua pengulangan.

2.1. Bahan

Bahan alam gondorukem dan anchor, aquades, benzena, epoksi resin dan hardener.

2.2. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi gelas arloji, gelas beker, gelas ukur, kompor listrik, mortar dan alu, oven, pH indikator, piknometer, pipet tetes, termometer, spatula, timbangan analitik, dan spektroskopi IR-Prestige 21 Shimadzu.

2.3. Cara kerja

Pada tahap persiapan dimulai dengan mencuci semua alat yang digunakan selama penelitian, selanjutnya menimbang bahan-bahan yang dipakai sebagai perekat yaitu anchor dan gondorukem kemudian menyiapkan benzena. Benzena dapat digunakan sebagai pelarut organik [8].

Penelitian memiliki dua langkah sesuai dengan jumlah bahan yang diuji cobakan. Bahan gondorukem, dilakukan dengan cara: 1) menimbang 7,5; 10, dan 12 gram gondorukem dengan timbangan analitik, 2) menghaluskan gondorukem sampai menjadi serbuk dengan menggunakan mortar, 3) mengambil pelarut benzena sebanyak 10 mL kemudian memanaskan dan dijaga temperaturnya sebesar 60°C, 4) mencampurkan bahan perekat gondorukem ke dalam benzena di dalam gelas beker, 5) mengaduk campuran bahan perekat dan pelarut sampai homogen di atas kompor listrik, dan 6) mengaplikasikan perekat ke fosil yang akan disambung.

Bahan anchor dilakukan dengan cara: 1) menimbang 7,5; 10; dan 12,5 gram anchor dengan timbangan analitik, 2) memanaskan 10 mL aquades dengan kompor listrik dan dijaga temperaturnya sebesar 70°C, 3) mencampurkan bahan perekat anchor ke dalam aquades, 3) mengaduk campuran bahan perekat dan pelarut sampai homogen, 4) dan mengaplikasikan perekat ke fosil yang akan disambung. Selanjutnya, pembuatan perekat epoksi resin dilakukan dengan cara: 1) mengambil 25 mL epoksi resin, 2) mengambil 25 mL hardener, 3) mencampurkan kedua bahan hingga homogen, 4) mengaplikasikan perekat ke fosil yang akan disambung. Penentuan kualitas perekat dilakukan dengan uji kenampakan, uji keasaman (pH), uji berat jenis, kadar padatan, uji waktu perekat mulai mengering, dan analisis gugus fungsi.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Uji kenampakan

Pengujian kenampakan/visual bahan perekat dilakukan dengan cara perekat dituangkan di atas permukaan gelas datar atau gelas beker lalu dialirkan sampai membentuk lapisan tipis. Selanjutnya dilakukan pengamatan visual warna, keberadaan benda asing berupa butiran, debu, dan benda lain. Hasil pengamatannya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji kenampakan bahan perekat

Jenis Bahan Perekat	Warna	Keadaan Pengotor
Gondorukem	Kuning	Bebas Pengotor
Anchor	Putih Kekuningan	Bebas Pengotor
Epoksi Resin	Putih Kekuningan	Bebas Pengotor

Semua bahan perekat bebas dari pengotor yang menandakan proses pembuatan bahan telah dilakukan dengan baik sehingga tidak ada benda asing yang tercampur dalam bahan-bahan tersebut.

Dari segi kualitas warna, anchor memiliki warna yang sama dengan epoksi resin yakni putih kekuningan. Uji kenampakan visual dari gondorukem dapat di lihat pada gambar 1.



Gambar 1. Kenampakan gondorukem

3.2 Pengujian pH

Pengukuran pH adalah pengukuran banyaknya konsentrasi ion H^+ pada suatu larutan. Untuk melakukan determinasi pH, sampel perekat dalam wadah diukur keasamannya dengan kertas pH. Setelah itu dilihat perubahan warna yang terjadi pada kertas pH dan didekatkan pada kertas indikator pH dan dilihat perubahan warna pada kertas pH yang paling mendekati dengan Indikator pH. Dari pengujian keasaman (pH) pada berbagai sampel bahan perekat alam, hasilnya dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji Keasaman bahan perekat

Jenis Bahan Perekat	Nilai pH
Gondorukem	5
Anchor	7
Epoksi Resin	8

Bahan perekat gondorukem memiliki pH yang paling rendah (pH 5). Hal ini dikarenakan gondorukem memiliki kandungan sebagian besar adalah asam-asam diterpena, terutama asam abietat, asam isopimarit, asam laevoabietat, dan asam fumarat [14]. Sedangkan bahan perekat anchor memiliki pH yang paling tinggi (pH 7). Hal ini menunjukkan bahwa anchor memiliki sifat yang netral artinya tidak terdapat senyawa yang bersifat asam maupun basa. Dan bahan perekat anchor yang memiliki pH paling dekat dengan epoksi resin (pH 8) yang bersifat basa. Epoksi resin memiliki pH yang tinggi sehingga kekentalannya juga tinggi. Dari parameter pH dapat dilihat bahwa anchor lebih baik dari pada bahan perekat lainnya karena memiliki pH yang netral (pH 7).

3.3 Uji berat jenis

Berat jenis merupakan perbandingan relatif antara massa jenis sebuah zat dengan massa jenis air murni. Sedangkan massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Dalam kegunaan sehari-hari, massa biasanya disinonimkan dengan berat. Meskipun dalam kenyataannya massa itu dipengaruhi oleh gaya gravitasi bumi. Untuk melakukan pengujian berat jenis, piknometer kosong yang bersih dan kering ditimbang (W_1). Kemudian diisi air sampai penuh dan ditutup tanpa ada

gelembung udara pada perekat lalu ditimbang (W2). Air dalam piknometer dibuang sampai bersih dan dikeringkan. Selanjutnya piknometer diisi dengan sampel perekat sampai penuh dan ditutup tanpa ada gelembung udara. Bagian luar piknometer dibersihkan dan dikeringkan dengan tisu, lalu ditimbang (W3). Adapun hasil uji berat jenis disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil berat jenis

Sampel	Variasi Sampel	Berat Jenis
Anchor	1:0,75	1,0787
	1:1	1,0907
	1:1,25	1,095
Gondorukem	1:0,75	1,0128
	1:1	1,0145
	1:1,25	1,0744
Epoksi Resin	1:1	1,022

Pengujian berat jenis dalam percobaan ini dimaksudkan untuk mengetahui berat jenis dari berbagai bahan perekat. Dalam pengujian berat jenis ini menggunakan variasi konsentrasi bahan perekatnya dengan perbandingan antara fosil dan perekat (1:0,75; 1;1; 1;1,25). Semakin besar perbandingan rata-rata berat jenis dari suatu bahan yang sama maka kadar padatnya akan semakin besar pula. Tabel 3 adalah hasil berat jenis yang diperoleh. Dalam hal ini perbandingan rata-rata berat jenis dari bahan perekat anchor adalah yang paling besar dibandingkan bahan perekat lainnya yaitu 1,0787; 1,0907; dan 1,095 (1:0,75; 1;1; 1;1,25). Hal ini dikarenakan anchor memiliki tingkat kerapatan yang paling tinggi sehingga kadar padatan anchor juga semakin besar. Sedangkan berat jenis gondorukem diperoleh hasil 1,0128; 1,0145; 1,0744 (1:0,75; 1;1; 1;1,25). Dari Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin banyak fosil yang ditambahkan maka berat jenis menjadi semakin besar. Sebagai kontrol yaitu epoksi resin diperoleh berat jenis fosil:anchor (1:1) adalah 1,022.

3.4 Uji kadar padatan

Pengujian kadar padatan dilakukan dengan cara perekat sebanyak 1,5 g dimasukkan ke dalam cawan (W1). Selanjutnya perekat dalam cawan dikeringkan dalam oven pada suhu $150 \pm 2^\circ\text{C}$ selama satu jam. Kemudian didinginkan dalam desikator sampai mencapai suhu kamar, lalu ditimbang. Pengeringan dan penimbangan dilakukan sampai diperoleh berat tetap (W2). Kadar padatan ditentukan dengan rumus:

$$\% = \frac{W_1}{W_2} \times 100 \tag{1}$$

Kadar padatan pada berbagai jenis bahan perekat yang dilakukan pengujian sangat dipengaruhi oleh konsentrasi sampel itu sendiri. Makin pekat konsentrasi bahan perekat maka kadar padatnya akan semakin tinggi. Pelarut yang digunakan untuk melarutkan bahan akan menguap ketika proses pemanasan dalam pembuatan bahan perekat itu sendiri. Dari pengujian kadar padatan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar padatan

Sampel	Variasi Sampel	Kadar Padatan (%)
Anchor	1:0,75	47,20
	1:1	56,80
	1:1,25	66,33
Gondorukem	1:0,75	46,60
	1:1	65,40

	1:1,25	71,33
Epoksi	1:1	99,39
Resin		

Dari Tabel 4 pada perlakuan variasi perbandingan fosil dan perekat masing-masing (1:0,75; 1;1; 1;1,25) diperoleh hasil yaitu anchor 47,20%, 56,80%, dan 66,33% kemudian gondorukem 46,6%, 65,40%, dan 71,33%. Dari hasil tersebut terlihat bahwa semakin banyak fosil yang ditambahkan diperoleh hasil kadar padatan semakin besar. Kadar padatan epoksi resin adalah 99,39%. Bahan perekat gondorukem variasi 1:1,25 memiliki kadar padatan yang paling mendekati epoksi resin yaitu 71,33%. Hal ini dikarenakan gondorukem memiliki tingkat kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan anchor.

3.5 Waktu perekat mulai mengering

Pengujian ini menggunakan cara yang sama dengan uji kenampakan yaitu perekat dituangkan di atas permukaan gelas beker, lalu dialirkan sampai membentuk lapisan film tipis, pengamatannya adalah dengan mencatat waktu yang dibutuhkan oleh perekat ketika mulai mengering yang ditandai dengan tidak lagi dapat mengalir ketika permukaannya dimiringkan serta telah mengeras. Dari hasil pengujiannya disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Uji waktu perekat mulai mengering

Jenis Bahan Perekat	Waktu Mulai Meringing
Gondorukem	24 jam
Anchor	23 menit
Epoksi Resin	24 jam

Bahan perekat gondorukem memiliki waktu pengering yang sama dengan bahan perekat pembanding (epoksi resin) yaitu 24 jam[15]. Waktu perekat ini yang paling lama. Bahan perekat anchor memiliki waktu pengering yang paling cepat, yaitu 23 menit.

Apabila dilihat tentang waktu mengering pada saat perekatan, diperoleh hasil bahwa kadar padatan bahan perekat (Tabel 4) berpengaruh terhadap waktu bahan perekat mulai mengering. Dimana semakin besar kadar padatan suatu bahan perekat maka semakin lama waktu perekat tersebut mengering.

3.6 Analisis gugus fungsi dan senyawa yang terkandung dalam material

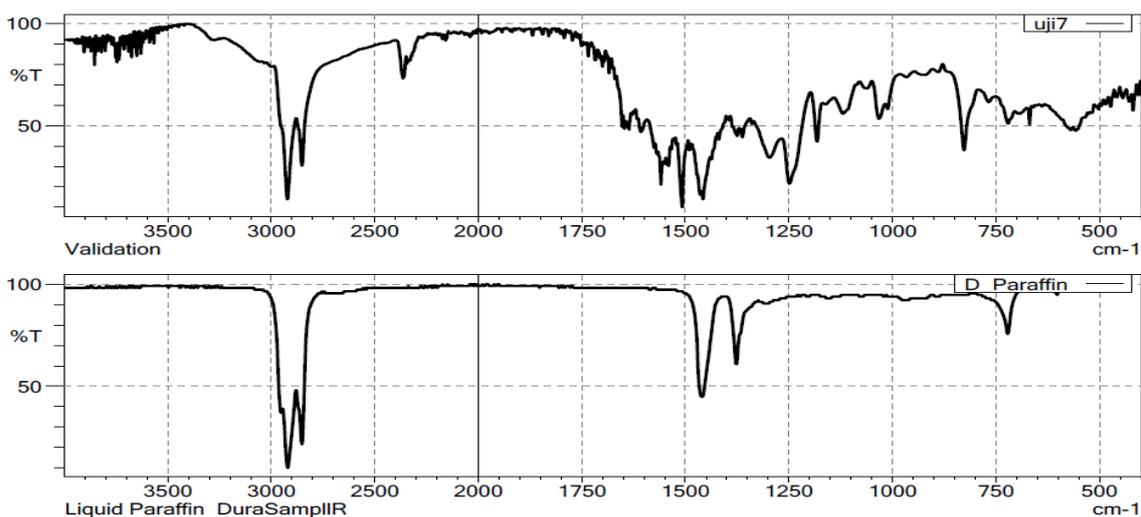
Pengujian ini dilakukan dengan cara menggunakan gondorukem dan anchor, kemudian dibandingkan dengan epoksi resin dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak. Analisis dilakukan pada bahan perekat epoksi resin, gondorukem, anchor. Dari hasil pengujian sampel dengan menggunakan FTIR maka didapatkan data pada tabel 6, 7 dan 8 untuk hasil data puncak serapan inframerah bahan perekat epoksi resin, gondorukem dan anchor, dan hasil uji FTIR dapat dilihat pada Gambar 2 untuk bahan perekat epoksi resin, Gambar 3 untuk bahan perekat gondorukem dan Gambar 4 untuk bahan perekat anchor.

- Bahan perekat epoksi resin

Tabel 6. Data puncak serapan inframerah bahan perekat epoksi resin

Score	Library	Name
774	10 - ATR-Organic 2	D'Paraffin

773	90 - IRs Reagent 2	Vaseline
767	10 - IRs Polymer 2	Epoxy 1
766	63 - A_FoodAdditives2	A Liquid Paraffin-4
765	127 - T-Polymer2	T_PhenoxyResin
765	126 - ATR-Polymer2	D_PhenoxyResin
764	44 - ATR-Polymer2	D_Epoxy2
760	135 - T-Polymer2	T_Polyamide_Resin
759	199 - IRs ATR Reagent2	199
755	76 - IRs Reagent2	PARAFFIN



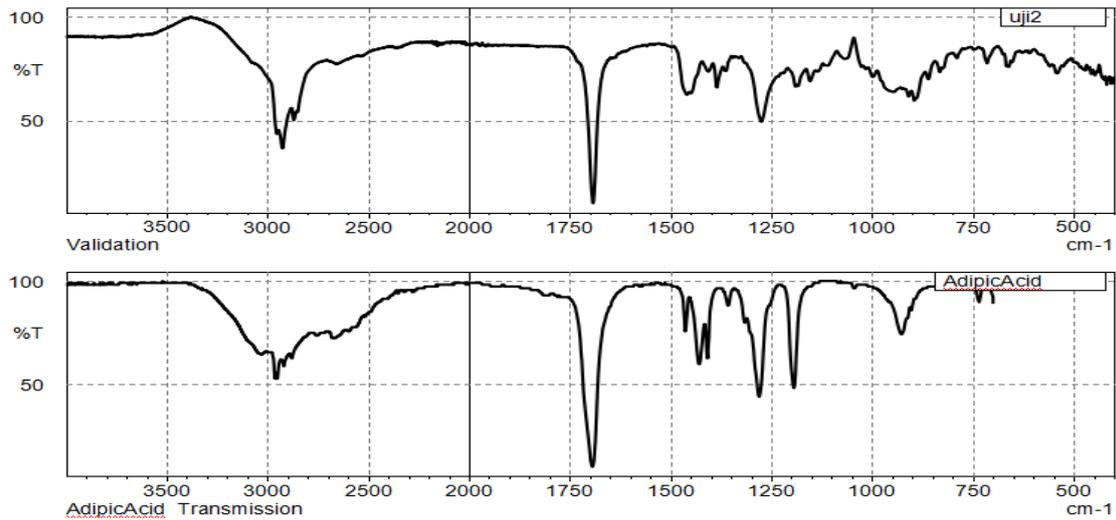
E:\ftir 26 3 2021\uji7.ispd

Gambar 2. Hasil uji FTIR epoksi resin

- Bahan Perekat Gondrukem

Tabel 7. Data puncak serapan inframerah bahan perekat Gondrukem

Score	Library	Name
741	12 - T-Organic2	AdipicAcid
733	76 - IRs Reagent2	Paraffin
732	62 - T_FoodAdditives2	T_Liquid Paraffin-4
721	23 - IRs Reagent2	C6H10O-1
720	35 - T_FoodAdditives2	T_2,3,5,6-Tetramethylpyrazine- 4
714	63 - A_FoodAdditives2	A_Liquid Paraffin-4
713	12 - IRs Reagent2	Bu_Amin
713	90 - IRs Reagent2	Vaseline
713	10 - T-Organic2	Paraffin
712	10 - ATR-Organic2	D_Paraffin

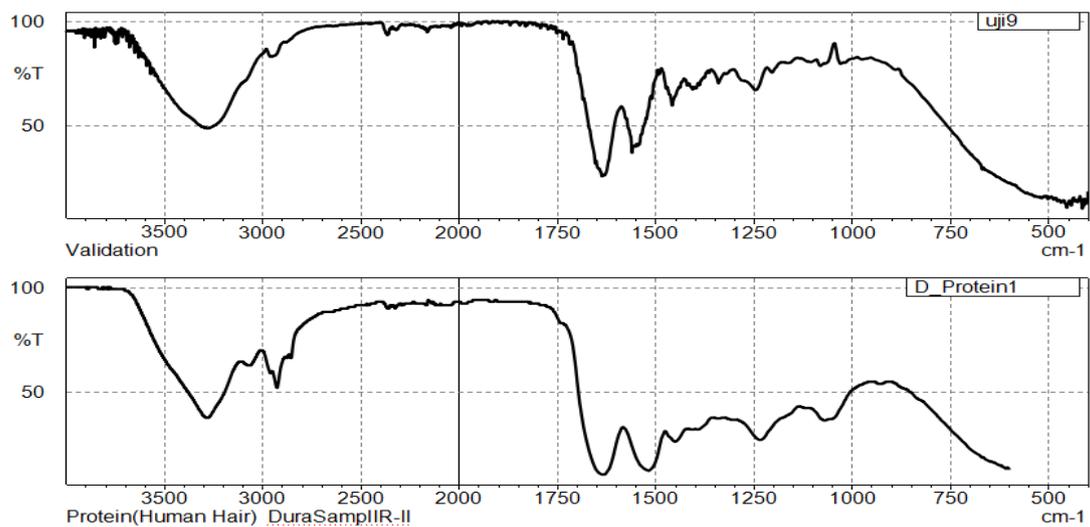


Gambar 3. Hasil Uji FTIR Gondorukem

- Bahan Perekat Anchor

Tabel 8. Data puncak serapan inframerah bahan perekat anchor

Score	Library	Name
817	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1
799	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder
797	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2
793	183 - ATR-Polymer2	D_Zein
787	21 - T-Polymer2	Human Hair
776	177 - IRs Pharmaceuticals	Lysozyme Hydrochloride
776	69 - IRs Polymer2	Skin
754	72 - IRs Polymer2	Wool
745	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2
736	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1



Gambar 4. Hasil uji FTIR Anchor

Secara garis besar pengujian FTIR untuk semua bahan perekat dapat disimpulkan bahwa semua bahan perekat dapat digunakan untuk merekatkan fosil. Karena memiliki karakterisasi gugus fungsi polimer yang sama. Penggunaan perekat untuk fosil sebaiknya diberikan bahan-bahan yang memiliki sifat mirip dengan fosil, agar proses pengikatannya secara kimiawi bisa 'klik'. Artinya ada *chemistry* antara material perekat dengan material yang akan direkatkan sehingga ada *chemical bonding*. Bahan perekat anchor memiliki senyawa polimer paling banyak dan melebihi senyawa polimer yang terdapat dalam epoksi resin yang digunakan sebagai pembanding.

3. SIMPULAN

Penelitian ini merupakan kegiatan dari seksi perlindungan yang bertujuan untuk melakukan pengembangan metode dan teknik konservasi fosil yang dilakukan dengan menggunakan metode optimasi agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Secara garis besar dapat disimpulkan bahwa perekat alami dari tumbuhan (gondorukem) serta perekat alami dari hewan (anchor) dapat digunakan untuk menyambungkan fosil yang patah dengan ukuran fosil yang relatif kecil dan sedang, dimana dari bahan perekat alternatif tersebut dipilih anchor sebagai bahan alternatif pilihan karena karakteristik yang hampir sama dengan epoksi resin.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami berikan kepada segenap keluarga besar Balai Pelestarian Situs Manusia Purba Sangiran yang telah memberi fasilitas penelitian.

REFERENSI

- [1] L. A. Haldoko, B. Kasatriyanto, R. K. Suryanto, and H. Yulianto, *Pengembangan Perekat Alam untuk Penyambungan Artefak Kayu*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jendral Kebudayaan. Magelang: Balai Konservasi Borobudur, 2015.
- [2] E. Susena, C. A. Pamungkas, and N. Khotimah, "JURNAL AKSI Akuntansi dan Sistem Informasi Application of Fossil and Artefact Collection in The Human Reservation Center," *J. AKSI (Akuntansi dan Sist. Informasi)*, vol. 5, no. 1, pp. 52–58, 2020.
- [3] Y. D. Kartka, *Upaya pelestarian fosil melalui konservasi di museum Sangiran Jawa Tengah*. Librarian Researcher Reservasi dan Konservasi Bahan Pustaka, 2016.
- [4] J. C. Buttler, *Damage to Sub-Fossil Bone*. London: National Museum Wales, 1994.
- [5] E. M. Petrie, *Epoxy Adhesive Formulations*. New York: McGraw-Hill Book Company, 2005.
- [6] R. Russell and B. Strilisky, "Keep it together: an evaluation of the tensile strengths of three select adhesives used in fossil preparation," *Collect. Forum*, vol. 30, no. 1, pp. 85–95, 2016, doi: 10.14351/2015.07.22.
- [7] H. Prastawa, Z. F. R. T. Industri, and U. Diponegoro, "Kemitraan Sebagai Model Pemberdayaan Masyarakat," pp. 178–183.
- [8] C. N. Azka, S. M. Saleh, and S. Sugiarto, "Pengaruh Substitusi Gondorukem Pada Aspal Penetrasi 60/70 dengan Menggunakan Agegrat Halus Sabang terhadap Stabilitas Marshall," *J. Arsip Rekayasa Sipil dan Perenc.*, vol. 1, no. 4, pp. 50–60, 2018.
- [9] L. A. Haldoko, J. Setyawan, S. Wahyuni, A. Gunawan, and R. P. Lambang, "Konsolidasi fosil menggunakan resin alam," *Borobudur*, vol. 14, no. 2, pp. 58–76, 2020.
- [10] Y. Ren, Y. Li, and H. Sun, "Alcohol Modifiers and Mechanism of Animal Glue Binder," in *Asia-Pacific Engineering and Technology Conference.*, 2017, pp. 503–510.
- [11] E. Liun and Sunardi, "Perbandingan Harga Energi Dari Sumber Energi Baru Terbarukan Dan Fosil," *J. Pengemb. Energi Nukl.*, vol. 16, no. March, pp. 119–130, 2014.
- [12] D. Murdiyanto, "Potensi Serat Alam Tanaman Indonesia Sebagai Bahan Fiber Reinforced Composite Kedokteran Gigi," *J. Mater. Kedokt. Gigi*, vol. 6, no. 1, p. 14, 2017, doi: 10.32793/jmkg.v6i1.260.

- [13] K. Harismah, O. M. Ozkendir, and M. Mirzaei, "Explorations of Crystalline Effects on 4-(Benzyloxy)Benzaldehyde Properties," *Zeitschrift fur Naturforsch. - Sect. A J. Phys. Sci.*, vol. 70, no. 12, pp. 1013–1018, 2015, doi: 10.1515/zna-2015-0134.
- [14] A.-T. Karlberg and L. Hagvall, "Colophony: Rosin in Unmodified and Modified Form," *Kanerva's Occup. Dermatology*, pp. 607–624, 2020.
- [15] S. I. Astuti, S. P. Arso, and P. A. Wigati, *Laporan Hasil Kajian Pengembangan Perekat Alam Untuk Penyambungan Artefak Kayu Tahap II*, vol. 3, no. 0293. 2015.