

STUDI PEMANFAATAN KULIT KERANG SEBAGAI BAHAN PENYUSUN PADA PEMBUATAN LEM KACA

M. Nadjib M.

Jurusan Kimia, Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Keputih, Surabaya 60111
Telp. 031-5943353, Fax. 031-5928314
nadjib@chem.its.ac.id

ABSTRACT

Shellfish are ones of sea's product which use as food, and shell part as a waste. This experiment was done to utilize shell as main product in glass adhesive together whit Arabic gum and white part of chicken egg as sticky substances. The shell contended about 76, 64% of CaCO_3 which could repair adhesive working to increase shear strength and curing time. Adhesive were made by variation composition in gram number of shell powder and Arabic gum. The best composition was obtain on 68.45% of shell; 8.22% of Arabic gum; 1.42% of white part of chicken egg and 21.90% of water. This composition had $16,620.10^5 \text{ NM}^{-2}$ of shear strength; 23.14% of volatility and 90.9583 pa.det or 909.5830 poise viscosity as optimal result at eleven days of curing time. In environment resistant test, shear strength decreased about 64.33% in acid; 17.96% in water; and 1.83% in base. Storage life test of adhesive was performed in closed box at temperature 27°C and fungi grew it in fourth week.

Key words: shellfish, adhesive

PENGANTAR

Kulit kerang selama ini dimanfaatkan sebagai kerajinan tangan atau seni dekoratif, juga sebagai campuran makanan ternak guna memenuhi kadar kalsium (Encyclopaedia America, 1960).

Kandungan terbesar kulit kerang berupa kalsium karbonat, magnesium karbonat, kalsium fosfat, dan sebagian kecil materi anorganik lain. Bahan-bahan tersebut sering digunakan sebagai *filler* pada produksi cat, kertas, adhesif, kosmetik, semen adhesif dan lain-lain. Materi ini juga merupakan bahan dasar pada pembuatan kaca. Kandungan chitin sekitar 3,6% juga dapat digunakan sebagai adhesif (Douglas, 1974; Indra dan Syafsir, 1993).

Adapun putih telur merupakan bahan tak terpakai dari penjual jamu dan produsen roti, bahan ini mempunyai sifat memperkeras. Putih telur pada mulanya digunakan sebagai penutup celah-celah kapal oleh bangsa Mesir dan sebagai perekat warna pada kanvas. Gum arabik juga telah lama digunakan sebagai perekat kertas. Gum arabik merupakan resin alam yang berasal dari pohon akasia. Putih telur dan gum arabik memiliki kelarutan cukup tinggi dalam air dan beberapa pelarut organik (Small Business Publication, 1970).

Penggunaan adhesif sebagai pengikat komponen telah banyak digunakan dalam berbagai bidang kehidupan, dari industri sampai rumah tangga. Teknologi adhesif berkembang pesat sejak tahun 1970-an. Teknik penyambungan seperti

penggunaan paku, sodex, sekrup, las, dapat mengakibatkan distorsi, korosi, serta mengurangi keindahan materi yang disambung akibat tonjolan pada bahan transparan. Penggunaan adhesif sebagai bahan pengikat juga tak dapat terhindarkan pada materi berbentuk lembaran tipis seperti logam, plastik, dan kaca, atau pada penempatan komponen yang harus tepat pada daerah yang sempit, bentuk sudut, cekungan, seperti pada peralatan optik, arloji, dan lainnya (Hartomo, 1992). Bahan adhesif kaca umumnya berupa adhesif anorganik seperti natrium silika, dan adhesif selulosa. Komponennya terdiri atas pengencer, katalis, peneras, inhibitor, modifier, bergantung dari sifat adhesif yang dikehendaki.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka tujuan penelitian adalah mengkaji bahan penyusun kaca dari kulit kerang.

BAHAN DAN CARA KERJA

Bahan dan Alat

Bahan dan alat terdiri atas gum arabik, aseton, etanol, putih telur, kulit kerang, air distilasi, asam nitrat, natrium hidroksida, asam klorida, *bromothymolblue*, kaca 3 mm dan 5 mm, gelas becher, pengaduk *electric*, neraca analitik, pH meter, mortar, krus, *stopwatch*, pengukur kuat geser, *bollmill*, *direct air flow*, oven, *stirrer*, spatula, gelas kaca arloji, spektrometer JASCO FTIR-5300, gelas ukur, erlenmeyer, ayakan 170 mesh.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan lem

Gum arabik 25,0016 g dimasukkan dalam gelas beker. Tambahkan air sedikit demi sedikit sampai 24 ml gum hancur. Kulit kerang 170 mesh 50,0015 g ditambahkan ke dalam gelas Becher dan diaduk. Masukkan putih telur 1,5007 g diaduk sampai terbentuk gel. Gel dikemas dalam wadah tertutup. Pembuatan lem dilakukan dengan variasi berat kulit kerang 0; 25; 75; dan 100 g. Jumlah kulit kerang yang menghasilkan lem dengan kuat geser optimal kemudian diulang pembuatannya dengan memvariasikan berat gum arabik.

Uji kuat geser

Kaca 3 mm dan 5 mm berukuran 6,3 cm × 2,5 cm dibersihkan dengan aseton. Produk lem dioleskan pada bagian kaca 2,5 cm × 2,5 cm dengan ketebalan yang sama kemudian direkatkan satu sama lain. Diamkan selama 24 jam pada suhu kamar. Uji kuat geser juga dilakukan pada variasi waktu pengeringan 1; 3; 6; 9; dan 11 hari (ASTM 1506 D 1002, 1994).

Uji ketahanan terhadap lingkungan

Lab joint (sambungan rekat kaca) 3 mm dengan lama pengeringan 3 hari direndam selama 20 menit dalam air suhu kamar. Keluarkan dan keringkan 1 hari kemudian dilakukan uji kuat geser. Cara yang sama dilakukan pada perendaman dalam asam nitrat dan dalam natrium hidroksida (ASTM 1506 D 896-92, 1994).

Uji penyimpanan

Produk lem dalam kemasan plastik kedap udara diletakkan pada suhu kamar. Amati perubahannya pada selang waktu satu minggu (ASTM 1506 D 1337-91, 1994).

Uji volatilitas

Tiga buah krus yang telah dicuci dimasukkan ke dalam oven suhu 65° C selama 20 menit. Suhu oven kemudian dinaikkan hingga 105° C selama 1 jam. Dinginkan pada suhu kamar kemudian ditimbang sampai berat konstan. Produk lem 5,0912 g dimasukkan ke dalam krus kemudian ditimbang. Krus beserta isinya dimasukkan ke dalam oven suhu 105° C, dinginkan pada suhu kamar kemudian ditimbang hingga diperoleh berat yang konstan (ASTM 1506 D 2851-86, 1994).

Penentuan Kandungan Kalsium Karbonat

Bubuk kulit kerang 0,5002 g dimasukkan ke dalam labu titrasi. Tambahkan *wetting agent* 0,2 ml alkohol. Masukkan 4 ml HCl 2M, aduk selama 10 menit. Titrasi dengan NaOH 1M menggunakan indikator *bromothymolblue* 1–2 tetes.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Lem

Kulit kerang yang digunakan diambil dari jenis dan tempat yang sama agar memiliki kandungan serta lingkungan kimia yang sama. Pada proses pembuatan lem pertama kali dilakukan pelarutan gum dalam air, putih telur ditambahkan ketika gum telah berbentuk gel, kemudian ditambahkan bubuk kulit kerang. Komposisi tiap campuran lem diperlihatkan pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Komposisi lem dengan variasi jumlah kulit kerang

Lem	Kulit Kerang (g)	Gum Arabik (g)	Air (mL)	Putih Telur (g)
1A	0,0000	25,0020	24	1,5002
2A	25,0019	25,0020	24	1,5007
3A	50,0015	25,0016	24	1,5007
4A	75,0007	25,0012	24	1,5011
5A	100,0022	25,0015	24	1,5003

Tabel 2. Komposisi lem dengan variasi jumlah gum arabik

Lem	Kulit Kerang (g)	Gum Arabik (g)	Air (ml)	Putih Telur (g)
1B	75,0014	9,0091	24	1,5595
2B	75,0027	17,0007	24	1,5051
3B	75,0007	25,0012	24	1,5011
4B	75,0009	32,0011	24	1,5332
5B	75,0007	39,0020	24	1,5912

Banyaknya kulit kerang yang menghasilkan kuat geser optimal selanjutnya digunakan sebagai jumlah konstan untuk memvariasikan gum arabik.

Uji kuat geser

Dimensi kaca 6,3 cm × 2,5 cm terlebih dahulu dicuci dengan akuades dan aseton untuk menghilangkan kotoran yang melekat. Kaca yang telah bersih dan kering diolesi lem dengan ketebalan 1 mm pada bidang rekat 2,5 cm × 2,5 cm. Hasil uji kuat geser pada kaca 3 mm disajikan pada Tabel 3.

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa kuat geser terbesar diperoleh pada produk lem 4A sebesar 12,760.10⁵ NM⁻². Adapun produk 1A, 2A, dan 3A pada uji kuat geser

Tabel 4. Kuat geser pada lem dengan variasi jumlah gum arabik

Produk Lem	Jumlah Gum (gram)	Kaca 3 mm		Kaca 5 mm	
		Kuat Geser (NM ⁻²)	Jenis Retakan	Kuat Geser (NM ⁻²)	Jenis Retakan
1B	9,0091	16,620.10 ⁵	Kohesif	12,240.10 ⁵	Kohesif
2B	17,0007	11,990.10 ⁵	Kohesif	9,979.10 ⁵	Kohesif
3B	25,0012	8,018.10 ⁵	Kohesif	9,383.10 ⁵	Kohesif
4B	32,0011	6,072.10 ⁵	Kohesif	7,218.10 ⁵	Kohesif
5B	39,0020	4,990.10 ⁵	Kohesif	6,465.10 ⁵	Kohesif

Tabel 3. Kuat geser pada lem dengan variasi jumlah kulit kerang

Lem	Kuat Geser (NM ⁻²)	Keterangan
1A	2,965.10 ⁵	Retakan sebagian adhesif dan kohesif
2A	8,881.10 ⁵	Retakan sebagian adhesif dan kohesif
3A	9,650.10 ⁵	Retakan sebagian adhesif dan kohesif
4A	12,760.10 ⁵	Retakan kohesif
5A	9,038.10 ⁵	Retakan adhesif

menunjukkan retakan sebagian adhesif dan kohesif, lem berada pada dua sisi dengan luasan yang berbeda. Pada produk 4A menunjukkan retakan kohesif, lem hanya terdapat pada salah satu sisi kaca dengan luasan yang hampir sama. Pada produk 5A terlihat retakan adhesif, lem hanya terdapat pada salah satu sisi kaca dan bersifat getas. Uji ini dilakukan dengan kecepatan alat 36,3 mm/menit. Berdasarkan ini maka uji berikutnya adalah untuk komposisi yang memvariasikan jumlah gum Arabik seperti yang tertera pada Tabel 2. Hasil uji kuat geser ditampilkan pada Tabel 4.

Kuat geser terbesar diperoleh pada produk lem 1B dengan jumlah gum arabik 9,0091 g, baik pada kaca 3 mm maupun 5 mm dengan waktu pengeringan 11 hari. Kuat geser terhadap lama waktu pengeringan ditunjukkan pada data di Tabel 5.

Data di atas memperlihatkan bahwa gum berfungsi sebagai bahan peliat yang dapat menyebabkan produk lem menjadi lebih ulet, tetapi dalam jumlah yang lebih besar, proses pengeringan lebih lama dan kuat geser juga menurun. Gum dan putih telur yang memiliki sifat dasar rekat, kurang optimal jika tidak ditambahkan zat pengisi (*filler*), dalam hal ini kulit kerang.

Tabel 8. Perbandingan kuat geser pada berbagai lingkungan kimia

Lingkungan Kimia	Kuat Geser (NM ⁻²)		Penurunan Kuat Geser (%)	
	Produk Lem	Lem Pemanding	Produk Lem	Lem Pemanding
Normal	6,904.10 ⁵	5,460.10 ⁵	0	0
Asam	2,463.10 ⁵	3,750.10 ⁵	64,33	29,53
Air	5,664.10 ⁵	5,118.10 ⁵	17,96	4,98
Basa	6,778.10 ⁵	4,880.10 ⁵	N1,83	10,62

Tabel 5. Kuat geser pada variasi waktu pengeringan

Waktu Pengeringan (hari)	Kuat Geser (NM ⁻²)
1	1,616.10 ⁵
3	6,904.10 ⁵
6	8,002.10 ⁵
9	11,690.10 ⁵
11	16,620.10 ⁵

Uji ketahanan terhadap lingkungan

Pengukuran ketahanan terhadap lingkungan ditentukan dengan uji kuat geser. Perendaman dalam larutan menyebabkan pengurangan berat lem karena terlarut (Tabel 6). Kehilangan berat paling besar pada lingkungan asam, yaitu 58,98%.

Tabel 6. Pengurangan berat pada berbagai lingkungan kimia

Lingkungan Kimia	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Berat yang Hilang	
			Gram	%
Asam	1,3369	0,5484	0,7885	58,98
Air	1,3336	1,0134	0,3202	24,01
Basa	1,2987	1,2787	0,0200	1,54

Sementara itu pada pengujian kuat geser diperoleh data seperti pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Kuat geser pada berbagai lingkungan kimia

Lingkungan Kimia	Kuat Geser (NM ⁻²)	Penurunan (%)
Normal	6,904.10 ⁵	0
Asam	2,463.10 ⁵	64,33
Air	5,664.10 ⁵	17,96
Basa	6,778.10 ⁵	1,83

Jika data kuat geser produk lem dibandingkan dengan kuat geser salah satu lem yang beredar dipasaran maka diperoleh data seperti pada Tabel 8 berikut ini.

Pengujian dilakukan pada kondisi yang serba sama meliputi dimensi kaca, ketebalan, lama pengeringan, dan lingkungan kimianya. Tampak bahwa lem pembanding juga tidak tahan terhadap lingkungan asam meskipun penurunannya lebih kecil 50% dibandingkan produk lem hasil penelitian. Tetapi pada lingkungan basa, lem hasil penelitian justru lebih baik daripada lem pembanding.

Uji penyimpanan

Hasil pengamatan produk jamur yang disimpan dalam kemasan kedap udara, menggunakan mikroskop binokuler dengan teknik pewarnaan methylenblue, perbesaran 40×, terlihat bentuk kapang pada minggu keempat. Pengamatan dengan teknik lactophenol cottonblue terlihat bentuk bulatan pada perbesaran dan waktu yang sama. Timbulnya jamur dapat disebabkan beberapa faktor seperti kemasan yang tidak steril, suhu penyimpanan tidak sesuai, serta kandungan air yang terdapat pada produk lem.

Uji volatilitas

Uji ini dilakukan untuk menghitung % pelarut yang terdapat pada produk lem. Data pengamatan disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Persentase volatilitas (kadar air)

Cawan	Berat Produk Lem (g)		% volatil
	Awal	Akhir	
1	5,0912	3,9118	23,16
2	5,0282	3,8635	23,16
3	5,0082	3,8512	23,11

Volatilitas berpengaruh dari segi penampakan lem, kerataan rekatan, dan cepat atau tidaknya lem mengering pada saat digunakan. Tabel 10 menyajikan % volatil dari lem pembanding, yang dianggap telah memenuhi standar mutu produk perdagangan.

Tabel 10. Perbandingan persen volatil produk lem terhadap pembanding

Cawan	% volatil	
	Produk Lem	Lem Pembanding
1	23,16	5,65
2	23,16	5,65
3	23,11	5,65

Volatilitas produk lem jauh lebih tinggi dari pembandingnya. Nilai ini masih dapat diperbaiki dengan meningkatkan homogenitas produk lem.

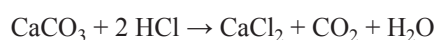
Penentuan kandungan kalsium karbonat

Penentuan kadar CaCO_3 menghasilkan data seperti pada Tabel 11 yang berikut.

Tabel 11. Kadar CaCO_3 dalam kulit kerang

Titrasi	% CaCO_3
1	76,04
2	76,88
3	77,01

Kulit kerang sebanyak 0,5002 g ditetesi alkohol sebagai agen pembasah kemudian ditambahkan 4 ml HCl yang akan mengubah CaCO_3 menjadi CaCl_2 melalui reaksi:



Campuran selanjutnya dititrasi dengan NaOH untuk menghitung sisa HCl yang tidak bereaksi. Sebelumnya NaOH distandarisasi dengan HCl 2M untuk menentukan konsentrasi NaOH relatif terhadap HCl. Kulit kerang memiliki kandungan rata-rata 76,64% CaCO_3 yang berfungsi sebagai *filler* dan pengeras yang mampu memperbaiki sifat kerja lem dari segi kuat geser. Komposisi optimal produk lem adalah 68,45% kulit kerang; 8,22% gum arabik; 1,42% putih telur; dan 21,90% air. Kuat geser optimal teramati pada waktu pengeringan 11 hari, sebesar 16,620. 10^5 NM^{-2} .

Lingkungan kimia juga berpengaruh terhadap kuat geser dengan penurunan sebesar 64,33% pada lingkungan asam; penurunan 17,96% pada lingkungan berair; dan penurunan sebesar 1,83% pada lingkungan basa. Penyimpanan lem dalam kemasan kedap udara, diketahui adanya pertumbuhan jamur pada minggu keempat. Sementara itu volatilitas produk lem sebesar 23,14% dengan nilai viskositas 909,5830 poise.

KEPUSTAKAAN

- ASTM 1506 D 1002, 1994.
 ASTM 1506 D 2851-86, 1994.
 Douglas MC, 1974. *Chemical and Process Technology Encyclopaedia*. McGraw-Hill Book, Company, USA.
 Encyclopaedia America, 1960.
 Hartomo AJ dkk., 1992. *Memahami Polimer dan Perekat*. Andi Offset, Yogyakarta.
 Indra dan Syafsir A, 1993. *Hidrolisa Khitin Menjadi Pendukung Zat Padat*, Laporan Penelitian Program Studi Kimia FMIPA ITS, Surabaya.
 Small Business Publication of Consultant and Engineering, 1970. *Hand Book of Adhesives*, Small Business Publication, New Delhi.

Reviewer: **Dr. Delianis Pringgenies, M.Sc.**