**PENGARUH ALKALI PADA PEMBUATAN FILM PELAPIS
("COATING FILM") MENGGUNAKAN TEKNOLOGI
SINAR ULTRA VIOLET**

Oleh : Dwi Wahini Nurhajati

ABSTRACT

Coating film in this research is defined as the product of polymerization (crosslinking) of acrylate monomers with phenol resin directly on substrate via interaction with incident UV irradiation. A thin layer consists of phenol resin (resole or novolac), monofunctional acrylate monomer (ECA), and hexafunctional acrylate monomer (DPCA-60) gives the cross-linked polymer under UV irradiation. In order to enhance the insoluble polymer yield, effect of alkali addition was studied. Ba(OH)_2 and KOH are most effective for phenol resole and novolac, respectively, from the viewpoint of insoluble polymer yield.

INTISARI

Film pelapis ("coating film") dalam penelitian ini didefinisikan sebagai hasil polimerisasi (rantai silang) dari monomer-monomer akrilat dengan resin phenol, langsung pada substrat melalui insiden iradiasi sinar ultra violet. Lapisan tipis yang terbuat dari campuran resin phenol (resole atau novolak), monomer akrilat monofungsional (ECA) dan monomer akrilat hexafungsional (DPCA-60) memberikan polimer rantai silang dengan adanya iradiasi sinar ultra violet (UV). Dalam hal untuk menaikkan hasil polimer yang tidak larut dalam pelarut, pengaruh alkali sebagai bahan tambahan diteliti.

Ba(OH)_2 merupakan alkali yang paling efektif untuk phenol resole dan KOH paling efektif untuk novolak, dalam hal menaikkan hasil polimer yang tidak larut dalam pelarut.

Penggunaan sinar ultra violet sebagai sumber energy pada proses pembuatan film pelapis ("coating film") akhir-akhir ini berkembang pesat. Hal ini disebabkan teknologi pembuatan film pelapis dengan iradiasi sinar ultra violet mempunyai beberapa keuntungan yang tidak dimiliki oleh teknologi konvensional antara lain waktu proses singkat, mengurangi pemakaian energi, mengurangi pemakaian solvent dan mengurangi polusi(1).

Pembuatan film pelapis dalam penelitian ini diartikan sebagai proses polimerisasi dari monomer akrilat dengan resin phenol, langsung pada substrat melalui insiden iradiasi sinar ultra violet.

Novolak dan resole dikenal sebagai hasil tengah ("intermediate") dari resin phenol yang dipreparasi dari reaksi antara phenol dan formaldehyde. Resin phenol biasanya banyak dipakai dalam industri plywood (sebagai perekat), isolasi panas, laminating, "coating film" dan lain-lainnya (2). Hal ini dikarenakan resin tersebut mudah diproses, mempunyai daya lekat tinggi dan harganya relatif murah. Monomer akrilat banyak dipakai dalam industri pelapis permukaan ("coating") maupun industri tinta. Hal ini dikarenakan polimerisasi akrilat berlangsung cepat, apalagi dengan adanya sinar radiasi baik ultra violet (UV) maupun "electron beam" (EB)(3).

Pada penelitian terdahulu tentang pengaruh resin resole pada pembuatan film akrilat dengan menggunakan radiasi sinar ultra violet (4) ternyata resin resole memberi pengaruh positif pada pembuatan film pelapis tersebut, dimana film yang terbentuk adalah polimer yang terdiri dari kombinasi akrilat dengan resole tetapi prosentasi polimer yang terjadi masih rendah. Untuk menaikkan prosentasi polimer yang tidak larut dalam pelarut ("insoluble polimer") dari coating film yang dibuat maka pada penelitian ini pengaruh bahan tambahan dalam hal ini alkali pada proses pembuatan film pelapis diteliti.

I. BAHAN DAN PERALATAN :

1. Bahan :

Resin phenol dan monomer akrilat yang digunakan untuk model pembuatan film pelapis ini adalah phenol resol, phenol novolak, monomer akrilat monofungsional ("monofunctional acrylate monomer" = ECA) dan monomer akrilat multifungsional ("multifunctional acrylate monomer" = DPCA - 60).

Rumus kimia dari bahan-bahan tersebut tercantum dalam skema 1.

Skema 1

Alkali yang digunakan adalah KOH, NaOH dan $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dan digunakan sebagai larutan alkali-metanol.

2. Alat yang dipakai :

Lampu ultra violet tipe "metal halide UV lamp" digunakan sebagai sumber sinar. Energi penyinaran dimonitor pada 365 nm dan ditetapkan 420 mJ/cm^2 untuk tiap-tiap radiasi.

II. PROSEDUR PENELITIAN :

Resin phenol, DPCA-60, ECA dan larutan alkali dicampur dengan komposisi campuran sebagai berikut :

Resin phenol	: 60 % berat (6 gram)
DPCA - 60	: 0 - 40 % berat (0 - 4 gram)
ECA	: 40 - 0 % berat (4 - 0 gram)
Larutan alkali	: 10 ml (0,0001 - 0,02 mol) (M^{n+}).

Kompon tersebut dilapiskan diatas film PET (poly ethylene terephthalate) dengan bantuan rol sehingga didapatkan lapisan tipis setebal 10 m. Lapisan tipis tersebut disinari dengan sinar ultra violet (120 W/cm), sebanyak tiga kali perlakuan untuk mendapatkan film yang kering. Film yang terbentuk dicuci dengan metanol untuk menentukan polimer yang tidak larut yang terbentuk selama proses iradiasi. Prosentasi polimer yang tidak larut yang dihasilkan ditentukan langsung secara gravimetri menggunakan perhitungan sebagai berikut :

$$\text{Polimer yang terbentuk} = \frac{W_2}{W_1} \times 100 \%$$

W_1 = berat contoh sebelum dicuci.

W_2 = berat contoh setelah dicuci.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pengaruh Jenis Alkali

Hasil polimer yang tidak larut dalam pelarut ("insoluble polymer yield") mengalami kenaikan apabila kedalam kompon film pelapis ditambahkan alkali seperti NaOH, KOH, dan $\text{Ba}(\text{OH})_2$. $\text{Ba}(\text{OH})_2$ merupakan alkali yang paling efektif untuk kompon yang mengandung phenol resol sedangkan KOH paling efektif untuk kompon yang mengandung phenol novolak (lihat Grafik 1 dan 2).

Grafik 1 menunjukkan bahwa kompok yang berisi barium hidroksida, walaupun tidak mengandung DPCA-60 ternyata juga memberikan hasil polimer yang tidak larut dalam pelarut. Hasil ini menunjukkan bahwa $\text{Ba}(\text{OH})_2$ paling efektif untuk kompon yang mengandung resol. Hal ini diduga terjadi pembentukan "chelat" diantara Ba^{2+} dan OH group dari resol (lihat skema 2). Terbentuknya "chelat" berarti meng-

Skema 2

aktifkan resole pada tahap awal proses polimerisasi ("initiation step"), berarti pula kemampuan resole dalam pembentukan polimer rantai silang juga naik. Jika KOH yang ditambahkan pada kompon yang berisi resole, "chelate" tidak terbentuk, melainkan langsung

terbentuk anion phenolat. Terbentuknya anion phenolat berarti menaikkan sensitifitas resin phenol terhadap sinar, menyebabkan proses pembentukan polimer lebih cepat.

Grafik 1. Hubungan antara polimer rantai silang yang dihasilkan dengan kandungan DPCA-60 dalam kompon yang berisi resole dan berbagai alkali.

Grafik 2 menunjukkan bahwa KOH merupakan alkali yang paling efektif untuk kompon yang berisi phenol novolak. Phenol novolak bereaksi dengan potassium hidroksida membentuk phenolat yang terdissosiasi menjadi anion phenolat. Terbentuknya anion ini tentu saja menyebabkan sensitifitas terhadap sinar dari phenol novolak naik dan tentu saja menaikkan jumlah hasil polimer rantai silang yang tidak larut dalam pelarut.

Grafik 2. Hubungan antara polimer rantai silang yang dihasilkan dengan kandungan DPCA-60 dalam kompon yang berisi novolak dan berbagai alkali.

Tabel 1 menunjukkan bahwa radius ion dari K^+ lebih besar dari Ba^{2+} , oleh karena itu wajar bila pengaruh potassium hidroksida pada kecepatan pembentukan polimer rantai silang menjadi lebih besar dari pada barium hidroksida.

2. Pengaruh Alkali Pada Kecepatan Pematatan ("Curing Acceleration").

Tabel 2 menunjukkan bahwa kompon yang berisi alkali ternyata lebih cepat memadat dibandingkan kompon yang tidak mengandung alkali. Ini berarti film pelapis ("coating film") lebih cepat terbentuk untuk kompon yang mengandung alkali.

Tabel 1. Radius Ion = r , (n = Angka koordinasi)

Ion	n	$r/\text{\AA}$	Ion	n	$r/\text{\AA}$
H^+	1A		Be^{2+}	2A	
	2	-0,04		4	0,41
	4	0,73		6	0,59
Li^+	6	0,90	Mg^{2+}	4	0,71
	4	1,13		6	0,86
Na^+	6	1,16	Ca^{2+}	6	1,14
	6	1,52		8	1,26
K^+	8	1,65	Sr^{2+}	6	1,32
	6	1,66		8	1,40
Rb^+	8	1,75	Ba^{2+}	6	1,49
	6	1,81		12	1,75
Cs^+	12	2,02	Ra^{2+}	8	1,62

Tabel 2. Pengaruh Alkali Pada Kecepatan Pemadatan Film Pelapis

No.	Resin phenol (% berat)	ECA (% berat)	DPCA-60 (% berat)	Kenampakan Film Pelapis					
				Non Alkali			Alkali : $\text{Ba}(\text{OH})_2$		
				Penyinaran			Penyinaran		
				1 kali	2 kali	3 kali	1 kali	2 kali	3 kali
1.	60	40	-	belum kering	belum kering	belum kering	belum kering	agak kering	kering
2.	60	30	10	ada	sda.	sda.	agak kering	kering	sda.
3.	60	20	20	sda.	sda.	sda.	kering	sda.	sda.
4.	60	10	30	sda.	agak kering	kering	sda.	sda.	sda.
5.	60	-	40	agak kering	kering	sda.	sda.	sda.	sda.

3. Pengaruh Konsentrasi Alkali

Hubungan antara konsentrasi alkali dan hasil polimer yang tidak larut dalam pelarut ditunjukkan pada grafik 3. Pada kompon yang berisi phenol resole, pengaruh $\text{Ba}(\text{OH})_2$ dapat terlihat pada konsentrasi diatas 0,1 mol % (konsentrasi ini dibandingkan dengan konsentrasi OH group dari resole). Data ini menunjukkan bahwa tambahan sejumlah $\text{Ba}(\text{OH})_2$ pada kompon film pelapis, menaikkan jumlah hasil polimer rantai silang yang tidak larut dalam pelarut.

Grafik 3. Hubungan antara polimer rantai silang yang dihasilkan dengan kandungan DPCA-60 dalam kompon yang berisi resole dan $\text{Ba}(\text{OH})_2$

KESIMPULAN

1. Alkali sebagai bahan tambahan ternyata dapat menaikkan hasil polimer rantai silang yang tidak larut dalam pelarut dan mempercepat proses pematangan ("curing process") pada pembuatan film pelapis.
2. Ba(OH)_2 merupakan alkali yang paling efektif untuk kompon yang mengandung phenol resol, sedangkan KOH paling efektif untuk kompon yang mengandung phenol novolak.

DAFTAR PUSTAKA

1. Papas, S.P., ed., "UV Curing : Science and Technology", Technology Marketing Corps., Norwalk, Conn., 1978.
2. Knop, A., dan Pilato, L.A., "Phenolic Resina - Chemistry, Applications and Performance, Future Directions", Springer Verlag, Berlin, 1985.
3. Luskin, L.S., Myers, R.J., "Encyclopedia of Polymer Science and Technology", Vol. 1, John Wiley & Sons, Inc., New York, hal 177 - 444, 1964.
4. Dwi Wahini Nurhajati, "Pengaruh Resin Resol Pada Pembuatan Film Akrilat Dengan Menggunakan Sinar Ultra Violet", Majalah Barang Kulit, Karet dan Plastik, Vol. IV, No.8, hal. 58 - 65, Yogyakarta, 1988/1989.