

# **KEMUNGKINAN PENGGUNAAN TEKNOLOGI PELAPISAN PERMUKAAN DENGAN ULTRAVIOLET DAN BERKAS ELEKTRON DI INDONESIA**

Oleh : Dwi Wahini Nurhajati

## **ABSTRACT**

Ultraviolet (UV) or electron beam (EB) curing coating technology is the crosslinking polymerization of a coating materials on a substrate (such as paper, metal, wood or plastic) via interaction with incident UV/EB irradiation, and this technology has been commercial used in a number of countries. The coating materials are monomer, oligomer or a mixture of monomer and oligomer. The crosslink polymer coated surface has been known to be resistant to water, organic solvent and heat. This paper gives an overview of the coating technology by ultraviolet or electron beam irradiation, and their applicability in Indonesia.

## **INTISARI**

Teknologi pelapisan permukaan dengan ultraviolet (UV) atau berkas elektron (EB) merupakan proses polimerisasi ikat silang dari bahan pelapis secara langsung di atas substrat (misal kertas, kayu, logam maupun plastik) melalui insiden iradiasi sinar ultraviolet ataupun berkas elektron, dan teknologi ini sudah banyak digunakan secara komersial di berbagai negara. Bahan pelapis permukaan yang banyak digunakan adalah monomer, oligomer atau campuran keduanya. Permukaan yang telah dilapisi dengan polimer ikat silang dikenal tahan terhadap air, pelarut organik dan juga panas. Makalah ini akan memberi gambaran tentang kemungkinan penggunaan teknologi pelapisan permukaan dengan iradiasi ultraviolet ataupun elektron di Indonesia.

Penggunaan teknologi pelapisan dengan ultraviolet dan berkas elektron dalam industri telah dikenal sejak awal tahun 1970-an. Teknologi ini telah banyak menggantikan teknologi pelapisan permukaan yang konvensional. Dibandingkan dengan teknologi yang konvensional, teknologi pelapisan dengan ultraviolet dan berkas elektron mempunyai beberapa keunggulan antara lain :

1. Kecepatan proses pelapisan sangat tinggi;
2. Tidak menimbulkan polusi udara karena tidak digunakan pelarut yang menguap;
3. Permukaan substrat yang telah dilapisi bahan pelapis menjadi lebih tahan terhadap air, pelarut organik, panas dan goresan.
4. Energi yang diperlukan menjadi lebih rendah dibandingkan dengan proses yang konvensional.

## PERBEDAAN ANTARA TEKNOLOGI PELAPISAN DENGAN UV DAN EB

Teknologi pelapisan dengan UV biasanya digunakan untuk pelapisan yang berwarna terang, jernih atau hanya sedikit berisi pigmen. 'Curing' dengan UV untuk pelapis yang berwarna berat seperti hitam atau putih berjalan lambat. Warna hitam akan menyerap sinar UV, sedangkan warna putih yang mengandung titanium oksida memantulkan sinar UV. Sinar UV tidak dapat mencapai bahan pelapis yang dipenetrasi ke dalam substrat. Bahan pelapis yang tidak ter'curing' tetap tinggal sebagai cairan dan membahayakan kesehatan jika barang yang diproduksi itu dipasarkan dan sampai ke tangan konsumen.

Pelapisan dengan UV memerlukan photoinisiator yang menginisiasi proses polimerisasi, karena sinar UV sendiri tidak cukup 'energetic'. Photoinisiator harganya mahal dan juga menyebabkan bau yang kuat. Salah satu kelemahan teknologi pelapisan dengan UV yaitu bahan pelapis tidak dapat ter'curing' 100 %, sehingga penggunannya dalam industri bahan makanan (sebagai pembungkus dan produk-produk sejenisnya) sangat terbatas.

Elektron tenaganya lebih kuat, sehingga dapat mencapai permukaan bahan yang dilapisi pada kecepatan cahaya dan dengan energi sekitar 150 keV sampai 300 keV tergantung pada aplikasinya. Elektron-elektron tidak dipengaruhi oleh pigmen. Elektron juga dapat mengikat silang zat perekat yang terletak di antara 2 lapisan yang tidak jernih (misal aluminium foil) dan elektron mempunyai kemampuan untuk meng'curing' zat pelapis, tinta atau zat perekat, 100 %

Perbedaan-perbedaan lain antara teknologi pelapisan dengan UV dan EB ditinjau dari segi ekonomi, antara lain :

1. Kecepatan produksi menggunakan EB lebih tinggi

2. Semua proses yang menggunakan EB membutuhkan gas inert. Bahan yang dapat di'curing' dengan EB akan dihambat oleh oksigen jika di'curing' di udara, sehingga permukaan pelapisan menjadi lengket karena tidak ter'curing'. Sedangkan kebanyakan bahan pelapis untuk proses dengan UV dapat di'curing' di udara, kecuali 'UV silicon release coating' yang terbaru yang digunakan dalam pelapisan papan kayu.

3. Lampu UV sedikit lebih murah daripada sistem berkas elektron dapat 2-20 kali lebih mahal daripada sistem UV pada lebar dan kapasitas yang sama.

Beberapa aspek perbedaan yang penting dari teknologi pelapisan dengan UV dan EB dapat diringkas sebagai berikut :

	Ultraviolet	Berkas elektron
Modal	rendah	tinggi
Sumber energi	lampu merkuri	elektron percepatan
Konsumsi energi	tinggi	rendah
Aktivitas energi	rendah	rendah - tinggi
Inisiasi	radikal bebas	elektron bebas
Katalisator	photoinisiator	-
Bahan pelapis	akrilat, dll	akrilat, dll
Gas inert	-	memerlukan
Kecepatan curing	detik	milidetik
Penetrasi		
- berwarna	50 mikron	400 mikron
- jernih	130 mikron	500 mikron
Konversi	90 %	100 %

## BAHAN PELAPIS

Bahan pelapis dapat berupa monomer, oligomer atau campuran keduanya. Monomer yang banyak digunakan adalah akrilat karena cepat terpolimerisasi terutama jenis ester akrilat. Akrilat monofungsional akan memberikan polimer rantai lurus, tetapi dengan penambahan akrilat difungsional, trifungsional atau multifungsional, akan dihasilkan polimer rantai silang. Monomer akrilat yang banyak digunakan dalam industri pelapisan permukaan antara lain : heksana diol diakrilat (HDDA), dietilena glikol diakrilat (DEGDA), tripropilena glikol diakrilat (TPGDA), trimetilol propana triakrilat (TMPTA), gliseril propoksi triakrilat (GPTA), trimetilol propana etoksi triakrilat (TMPETA), dipenta eritritol heksaakrilat (DPHA), dll.

Penggunaan oligomer membantu mengurangi volatilitas, toksitas, bau, penyusutan polimerisasi dan memperbaiki sifat-sifat bahan yang telah dilapis. Oligomer yang banyak digunakan dalam industri pelapisan antara lain : epoksi akrilat, poliester akrilat, oligoester akrilat, uretan akrilat, silikon akrilat, dll.

## PHOTOINISIATOR

Proses pelapisan dengan sinar ultraviolet sebagai sumber energi memerlukan photoinisiator yang menginisiasi terjadinya proses polimerisasi karena sinar UV sendiri tidak cukup "energetic" (tenaga penetrasinya rendah).

Photoinisiator adalah material yang setelah menyerap photon pada panjang gelombang yang sesuai, akan terdisosiasi menjadi radikal dan menginisiasi proses polimerisasi dengan adanya monomer/oligomer yang aktif. Beberapa jenis photoinisiator yang sering digunakan dalam industri pelapisan terdapat pada Tabel 1.

TABEL 1. PHOTOINISIATOR (2)

Photoinisiator	Berat	Titik leleh	Titik didih	Klarutan		Panjang Gelombang Efektif untuk Eksitasi (nm)
	Molekul	°C	°C	Air	etanol	
Biacetyl	86,09	- 2,4	86,4-87,5 (750 mm)	1	~	< 450
Acetophenone	120,2	19,65	202	sl	1	
Benzophenone	182,2	48,1	305,9	tl	1	
Michler's ketone	268,4	179	> 360 (dekomposisi)	ssl	sl	sl
Benzil	210,2	95-96	346-348	ssl	1	1
Benzoin	212,2	137,6-138,6	343-344 (750 mm)	tl	sl	1
Benzoin iso butyl ether	268	187-189		tl	1	1
Benzil dimethyl ketal	256,3	63-66		tl	1	
Tetrame-thylthiuran sulfide	208	104		1	ssl	< 450
Azobisiso-butyro nitrile	164,2	107 (dekomposisi)		tl	1	1
Benzoyl peroxide	242,2	105		tl	ssl	1
						< 340

1 = larut  
sl = sedikit larut  
ssl = sangat sedikit larut  
tl = tidak larut

## KEMUNGKINAN APLIKASI PELAPISAN DENGAN UV/EB DI INDONESIA

Pelapisan permukaan diperlukan untuk menjaga atau melindungi permukaan suatu benda yang penting seperti bahan bangunan, komponen kendaraan bermotor, alat-alat elektrik, dan lain sebagainya dari pengaruh cuaca, panas, pelarut ataupun goresan.

Di beberapa negara maju, teknologi pelapisan dengan ultraviolet banyak digunakan dalam industri : dekorasi logam, karpet vinil, pelapisan papan kayu, 'lithographic screen', photoresistor, 'integrated circuit (IC), printing plate, pelapisan optical fibre, pelapisan optical discs (laser vision video discs, compact disc audio discs), dan komponen elektrik lainnya, sedangkan pelapisan dengan proses iradiasi elektron dapat digunakan dalam industri seperti : pelapisan komponen plastik pada kendaraan bermotor, pelapisan mebel, pelapisan tangki bahan bakar pada sepeda motor, pelapisan permukaan genteng, pelapisan kertas dekorasi, pelapisan adesif, pelapisan roda baja, pelapisan permukaan pelat baja, pelapisan kertas yang dimetalisasi (yang digunakan untuk label, pembungkus sigaret, dll), pelapisan media magnetik pada film plastik tipis dan foil untuk pita video dan 'floppy disk', pelapisan kartu telepon, dsb.

Di Indonesia, perkembangan penggunaan barang hasil industri yang memerlukan proses pelapisan permukaan mulai dari barang kemasan, komponen barang elektronika, alat-alat rumah tangga, barang-barang keperluan dekorasi/interior, pelapisan papan kayu, printing, komponen kendaraan bermotor, barang-barang keperluan kantor sampai komponen alat audio-visual, akhir-akhir ini maju pesat. Mengingat keunggulan proses pelapisan menggunakan teknologi iradiasi sinar ultraviolet/berkas elektron, maka perlu dipertimbangkan pemakaianya di Indonesia dalam berbagai produk industri yang memerlukan pelapisan permukaan. Bagi negara berkembang seperti Indonesia maka alih teknologi dapat dianggap sebagai salah satu jalan pintas untuk mengejar ketinggalan dalam teknologi dan industri terutama teknologi pelapisan permukaan dengan ultraviolet ataupun berkas elektron.

Salah satu hambatan aplikasi teknologi tersebut di Indonesia adalah penyediaan bahan pelapis yang berupa monomer maupun oligomer, karena bahan tersebut masih merupakan produk import, sehingga perlu dipikirkan kesinambungan penyediaan bahan tersebut.

## KESIMPULAN

Dengan memperhatikan keunggulan teknologi pelapisan permukaan dengan proses iradiasi sinar ultraviolet ataupun berkas sinar elektron dibandingkan dengan teknologi yang konvensional maka sudah selayaknya perlu dipertimbangkan pemakaianya di Indonesia karena mempunyai prospek yang cerah.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Christmas,B., Kemmeren, R., Kosnik, F., dalam "High Performance Polymers: Their Origin and Development", Seymour, R.B., and Kushenbaur, ed., New York, hlm. 331-337, 1986.
2. Kato, S., Nakahara, S., *Jpn. Paint Tech.*, 20, 145, 1981.
3. Lauppi, U.V., *Radiat. Phys. Chem.*, 35, 30-35, 1990.
4. Papas, S.P., ed., 'UV Curing : Science and Technology', Technology Marketing Corp., Norwalk, Conn, 1978.
5. Randell, D.R., ed., *Radiation Curing of Polymer*, Special Publication No. 64, Royal Society of Chemistry, 1987.

adalah teknologi yang masih dalam pengembangan awal dan belum banyak dilakukan penelitian pada teknologi ini. Meskipun sebagian besar teknologi ini masih dalam tahap pengembangan awal, namun teknologi ini memiliki potensi yang besar untuk mendukung pertumbuhan ekonomi negara kita. Untuk itu, kita perlu berusaha untuk memperbaiki teknologi ini agar dapat memberikan kontribusi yang signifikan bagi pembangunan nasional. Selain itu, kita juga perlu meningkatkan kualitas sumber daya manusia yang berkaitan dengan teknologi ini. Dengan demikian, kita akan mampu mencapai tujuan pembangunan yang diinginkan.

Untuk mencapai tujuan tersebut, kita perlu melaksanakan beberapa tindakan penting. Pertama, kita perlu meningkatkan kualitas pendidikan dan pelatihan teknologi ini. Kedua, kita perlu mencari mitra kerja yang siap membantu dalam pengembangan teknologi ini. Ketiga, kita perlu mencari dana dan bantuan dari pihak luar untuk mendukung pengembangan teknologi ini.