

# **RECOVERY LIMBAH PELARUT BEKAS INDUSTRI CAT SEBAGAI UPAYA MINIMASI LIMBAH B3 DENGAN PRINSIP 3R**

## **Pendahuluan**

Penggunaan cat yang berfungsi estetika (memperindah), *support* (memperkuat), protektif (melindungi) bahan tertentu ternyata semakin meluas, tidak hanya untuk industri properti, meubeler, tetapi juga industri otomotif. Berdasarkan penggunaannya aplikasi produk-produk industri cat dapat dikategorikan menjadi 4 (empat) kelompok, sebagai berikut : 1) pelapis arsitektur atau cat rumah, 2) pelapis produk industri, 3) pelapis khusus dan 4) penggunaan lainnya (Doble & Kumar, 2005). Sedangkan berdasarkan jenis pelarutnya dapat dikategorikan menjadi 2 (dua) kelompok, yaitu : 1) cat berbasis air (*water based*) dan 2) cat berbasis larutan (*solvent based*) (Dursun & Sengul, 2006).

Tahapan proses produksi cat berbasis air dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Penggilingan (*grinding*) pigmen dengan campuran air, *ammonia*, *dispersant* dan *extenders*;
2. Pencampuran, setelah proses penggilingan selesai, bahan ini kemudian dipindahkan ke tangki pencampuran. Di dalam tangki pencampuran dilakukan penambahan resin, *plasticizer*, pengawet, *antifoaming*, emulsi polivinil asetat dan air;
3. Penyaringan, setelah proses pencampuran mencapai tahap sempurna, cat disaring untuk menghilangkan pigmen yang tidak terdispersi sempurna;

4. Pengemasan, siap dipasarkan.

Sedangkan tahapan proses produksi berbasis larutan (*solvent*), sebagai berikut :

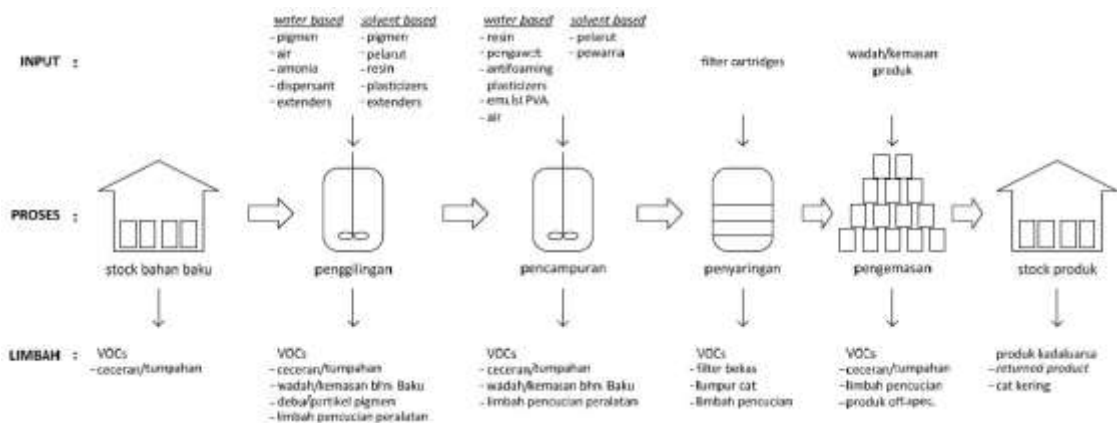
1. Penggilingan pigmen dengan campuran resin, *extender*, pelarut dan *plasticizer*;
2. Pencampuran, pada proses ini dilakukan penambahan pelarut serta pewarna;
3. Penyaringan;
4. Pengemasan.

Proses produksi cat ini dapat menghasilkan beberapa jenis limbah, salah satunya Limbah B3, baik yang berbentuk padat, cair maupun gas (Doble & Kumar, 2005), terutama pada proses produksi cat berbasis larutan (*solvent*) (Dursun & Sengul, 2006). Limbah B3 padat yang dihasilkan dapat berupa bekas wadah atau kemasan bahan baku, filter bekas, dan sisa cat kering. Sedangkan limbah B3 cair dapat berupa air limbah pencucian peralatan produksi, tumpahan dan ceceran, cat yang tidak memenuhi syarat spesifikasi, cat kadaluarsa dan cat yang dikembalikan dari pemasaran. Selain limbah padat dan cair, dihasilkan pula limbah B3 gas yang berupa senyawa organik volatil atau *volatile organic compound* (VOC) yang berasal dari bahan baku maupun pelarut yang digunakan dalam produksi cat dan debu atau partikel pigmen yang terdispersi ke udara (Dursun & Sengul, 2006; Doble & Kumar, 2005; Lorton, 1988; Vaajasaari, 2004). Jika limbah B3 yang dihasilkan dari proses produksi cat ini tidak dikelola dan

didetoksifikasi dengan baik, maka akan mencemari lingkungan dan membahayakan manusia (Doble & Kumar, 2005).

### Identifikasi Sumber dan Karakteristik Limbah B3 Industri Cat

Pada Gambar 1 disajikan identifikasi sumber limbah dan jenis limbah B3 yang dihasilkan dari industri cat. Dari identifikasi ini dapat dilihat bahwa sekitar 80 % berupa air limbah pencucian peralatan produksi dan tumpahan cat (Dursun & Sengul, 2006 ; Lorton, 1988). Setelah itu, VOC merupakan limbah yang menjadi perhatian dalam penanganan limbah B3 yang dihasilkan dari proses produksi cat. Untuk limbah B3 padat, yang berupa kemasan atau wadah bahan baku dan filter bekas diupayakan untuk dapat digunakan kembali dan didaur ulang dalam program minimasi limbah B3 industri cat (WMRC, 1993).



Gambar 1. Proses produksi dan Limbah B3 yang dihasilkan dari industri cat

Proses pembuatan cat merupakan sebuah operasi pencampuran dan bukan operasi konversi kimia, sehingga karakteristik atau sifat-sifat air limbah yang

dihasilkan sama dengan senyawa-senyawa yang digunakan sebagai bahan baku proses produksi cat (Lorton, 1988). Bahan kimia yang digunakan dalam pembuatan cat sebagian besar termasuk dalam kategori bahan kimia beracun dan berbahaya (B3), karena mengandung logam berat dan berupa pelarut organik (Jewell *et al.*, 2004).

Perkiraan secara kualitatif air limbah industri cat dapat mengandung zat-zat seperti  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{CaCO}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (Dovletoglou *et al.*, 2002), sedangkan menurut sumber lain, karakteristik air limbah industri cat dapat terdiri atas klorida, sulfat, nikel, tembaga, besi, cadmium, kromium, dll (Onuegbu, 2013).

Sedangkan bentuk lain limbah industri cat yang berupa VOC (*Volatile Organic Compound*) berasal dari senyawa aromatic seperti benzene, xylene, toluene dan senyawa ester, seperti etil asetat, etil butirat yang digunakan untuk melarutkan resin dalam proses produksi cat (He *et al.*, 2012). Karakteristik sebagian besar senyawa aromatik adalah beracun, terutama benzene yang bersifat mutagenik, teratogenik, dan karsinogenik (Alberici & Jardim, 1997).

### **Teknologi Pengelolaan Limbah B3 Industri Cat**

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021 tentang Tata Cara dan Persyaratan Pengelolaan Limbah B3, yang dimaksud dengan Pengelolaan Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) adalah kegiatan yang meliputi pengurangan, penyimpanan, pengumpulan, pengangkutan, pemanfaatan, pengolahan, dan/atau penimbunan. Pengelolaan Limbah B3 salah satunya berpegang pada prinsip 3R (*Reuse, Recycle dan Recovery*). *Reuse* (guna

ulang) adalah pemanfaatan limbah dengan jalan menggunakannya kembali untuk keperluan yang sama atau fungsinya sama, tanpa mengalami pengolahan atau perubahan bentuk. *Recycle* (daur ulang) adalah perolehan kembali dan penggunaan kembali, yang dilaksanakan melalui pengolahan fisik atau kimiawi, untuk menghasilkan produk yang sama atau produk lain. Sedangkan *Recovery* (ambil ulang) adalah upaya pemanfaatan limbah dengan jalan memproses untuk memperoleh kembali materi/ energi yang terkandung di dalamnya.

Salah satu teknologi pengelolaan Limbah B3 di industri cat adalah mengambil ulang (*recovery*) limbah pelarut (*solvent*) bekas pencucian alat produksi. Proses *recovery* limbah *solvent* ini dilakukan pada industri cat yang menghasilkan cat berbahan dasar *solvent* (pelarut). Limbah *solvent* ini berasal dari sisa *solvent* yang digunakan pada proses pencucian alat produksi berupa mixer (unit pencampur), yang terkontaminasi oleh beberapa komponen penyusun cat seperti, *pigment*, *resin*, *extender*, pelarut lain dan *plasticizer*.

Proses *recovery* limbah *solvent* industri cat ini dapat dikategorikan sebagai salah satu upaya pemanfaatan Limbah B3. Pemanfaatan Limbah B3 dapat diartikan sebagai kegiatan penggunaan kembali, daur ulang, dan/atau perolehan kembali yang bertujuan untuk mengubah Limbah B3 menjadi produk yang dapat digunakan sebagai substitusi bahan baku, bahan penolong, dan/atau bahan bakar yang aman bagi kesehatan manusia dan lingkungan hidup (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 6 Tahun 2021).

## ***Recovery Limbah Solvent Industri Cat dengan Menggunakan Proses Distilasi***

*Solvent* (pelarut) menurut Stoye dan Freitag (1998) didefinisikan sebagai senyawa yang pada umumnya cair pada temperatur ruangan dan tekanan atmosfer, serta dapat melarutkan bahan lain tanpa adanya perubahan kimia. Salah satu *solvent* yang digunakan dalam proses pencucian alat produksi di industri cat adalah *thinner*.

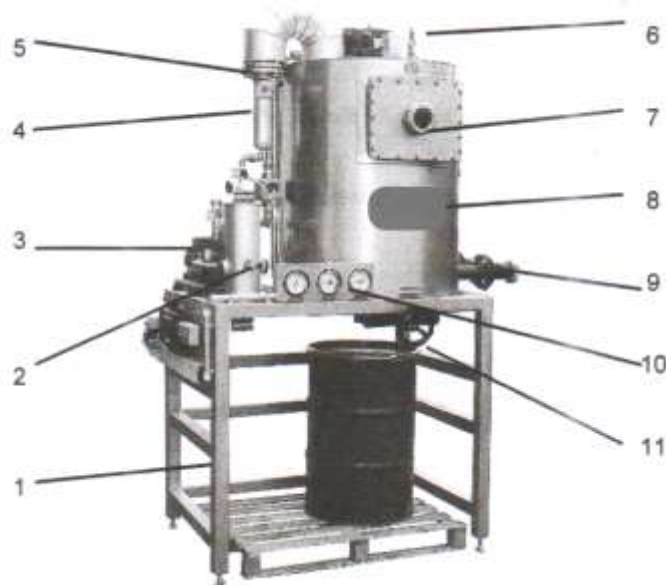
Sedangkan distilasi adalah sebuah metode yang digunakan untuk memisahkan komponen-komponen larutan cair, yang tergantung dari distribusi bermacam-macam komponen antara fase uap dan fase cair berdasarkan perbedaan titik didih (Geankoplis, 1993).

Sebelum digunakannya proses *recovery*, limbah solvent industri cat ini oleh salah satu industri cat di Kota Tangerang Provinsi Banten langsung diserahkan kepada pihak ketiga pengelola lanjut Limbah B3 yang berizin. Limbah solvent ini tidak dapat digunakan kembali untuk proses pencucian karena warnanya telah berubah menjadi keruh pekat sesuai dengan spesifikasi produk cat yang dihasilkan dan terkontaminasi oleh zat-zat pengotor yang merupakan komponen penyusun produk cat. Limbah solvent industri cat ini yang merupakan Limbah B3 sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku tidak boleh dibuang sembarangan ke lingkungan apalagi masuk ke dalam badan air penerima (saluran drainase, sungai, danau maupun laut).

Sejak tahun 2018, salah satu industri cat di Kota Tangerang Provinsi Banten menggunakan semacam peralatan *recovery* dengan proses distilasi

(penyulingan) untuk memisahkan limbah *solvent* dari bahan-bahan lain sehingga diperoleh kembali *solvent (top product)* yang karakteristiknya mendekati *solvent* murni (*fresh solvent*) dan dapat digunakan kembali untuk proses pencucian peralatan produksi cat. Sehingga sejak tahun 2018 industri cat ini tidak langsung menyerahkan limbah *solvent* yang dihasilkan ke pihak ketiga, hal ini dapat menurunkan biaya (*cost*) penanganan limbah yang rutin dikeluarkan oleh perusahaan. Limbah yang diserahkan kepada pihak ketiga dari proses *recovery* ini berupa residu proses distilasi yang sudah tidak dapat *direcovery* yang merupakan produk bawah (*bottom product*) dari proses *recovery* ini.

Peralatan yang digunakan dalam proses *recovery* ini berupa 1 (satu) unit kolom distilasi dengan kapasitas maksimal 1 (satu) tahap distilasi sebanyak 200 liter limbah *solvent*. Gambar 2 menunjukkan kolom distilasi dan peralatan pendukungnya.



Gambar 2. Unit Distilasi *Batch*

Keterangan gambar :

1. *Base frame*
2. *Distillate outlet*
3. *Vacuum unit*
4. *Condenser*
5. *Cooling water outlet*
6. *Inlet for dirty solvent*
7. *Manhole*
8. *Distillation vessel*
9. *Heating cartridge*
10. *Instruments*
11. *Outlet residue*

Sejak tahun 2018 unit distilasi ini belum pernah dilakukan evaluasi atau penelitian terhadap unjuk kinerja dan efisiensinya. Sekitar tahun 2021 dilakukan penelitian terhadap kinerja dan efisiensi unit distilasi ini. Penelitian tersebut bertujuan untuk menentukan kondisi operasi optimum yang sesuai agar tercapai tingkat kemurnian *solvent* yang diinginkan.

Bahan yang digunakan berupa limbah solvent bekas pencucian alat produksi industri cat dengan komposisi nafta 100% dan volume total 150 liter. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan proses recovery limbah solvent tersebut dengan menggunakan unit distilasi dengan 5 (lima) kondisi operasi yang berbeda, yaitu pada tekanan *vacuum* 0,9 bar dan 5 (lima) variasi temperatur



sebesar 120°C, 130 °C, 140 °C, 150 °C dan 160 °C. Setiap tahap distilasi dengan 5 (lima) variasi temperatur tersebut membutuhkan 30 liter limbah *solvent*, sehingga total volume limbah *solvent* yang dibutuhkan sebesar 150 liter.

Proses distilasi ini menghasilkan produk atas (*top product*) berupa distilat (*solvent*) yang dapat digunakan lagi untuk proses pencucian alat produksi dan produk bawah (*bottom product*) berupa residu yang tidak dapat *direcovery* lagi dan tidak dapat digunakan lagi untuk proses pencucian alat produksi. Residu inilah yang diserahkan kepada pihak ketiga pengelola lanjut.

Distilat yang dihasilkan pada setiap tahap distilasi ini diambil sampelnya untuk dianalisa menggunakan peralatan laboratorium berupa Gas Chromatografi (GC). Hasil analisa sampel berupa komposisi distilat (*solvent*).

Setiap tahapan distilasi yang ditunjukkan dengan kondisi operasi tertentu (tekanan, temperatur dan laju alir distilat) ditunjukkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hubungan Temperatur Distilasi dan Laju Alir Distilat

NO	TAHAP	DURASI	KONDISI OPERASI			Q (LAJU ALIR DISTILAT)
		(menit)	V (liter)	P (bar)	T (°C)	(liter/ menit)
1	I	75	30	-0,9	120	0,267
2	II	59	30	-0,9	130	0,339
3	III	33	30	-0,9	140	0,606
4	IV	30	30	-0,9	150	0,667
5	V	26	30	-0,9	160	0,769

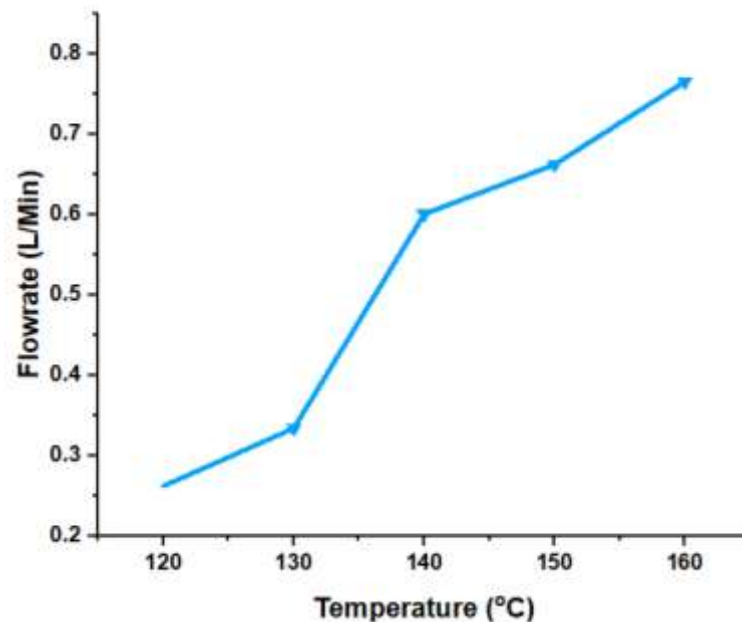
Sedangkan hasil analisa laboratorium dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Hasil Analisa Laboratorium Sampel Distilat

Sample	Appearance ( Clean & clear )	Colour ( Clear )	RESULT	
			Water Content ( % )	Gas Chromatography
A1	Endapan putih	Greenish Liq	0.0184	SMT (94%), Celva 51 (6%)
A2	Kontaminasi air	Clear	0.0167	SMT (92%), Celva 51 (8%)
A3	Endapan putih	Greenish Liq	0.0159	SMT (94%), Celva 51 (6%)
A4	Kontaminasi air	Clear	0.0157	SMT (90%), Celva 51 (10%)
A5	Endapan putih	Greenish Liq	0.0149	SMT (90%), Celva 51 (10%)

### Pengaruh Temperatur terhadap Laju Alir Distilat

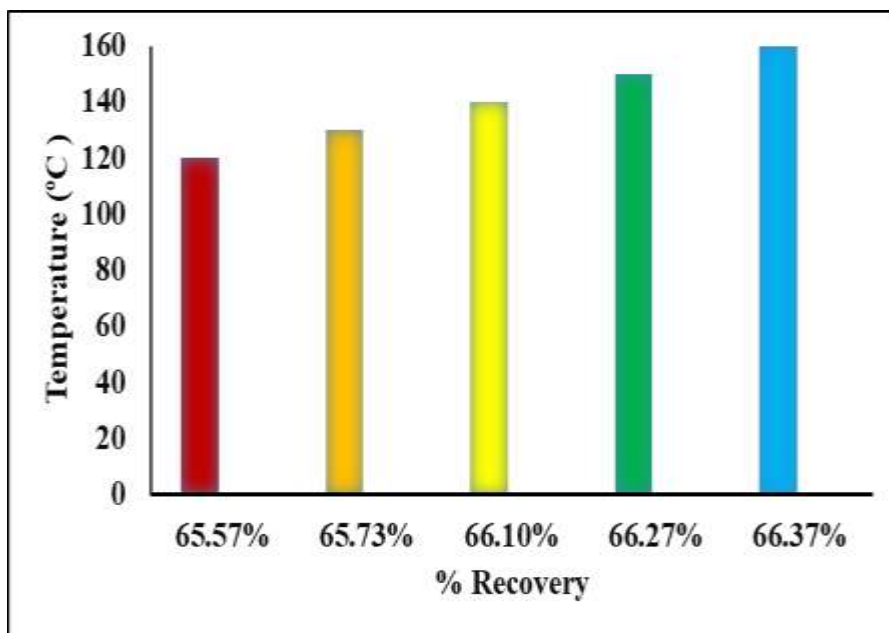
Dapat dilihat pada Tabel 1 di atas dan Gambar 2 di bawah ini menunjukkan pengaruh temperatur terhadap laju alir distilat.



Gambar 2. Grafik Hubungan Temperatur terhadap Laju Alir Distilat

Melihat Tabel 1 dan Gambar 2 di atas dapat dinyatakan bahwa semakin tinggi nilai temperatur yang masuk maka semakin tinggi pula nilai distribusi temperaturnya, yang menghasilkan nilai kapasitas perpindahan panas yang tinggi dan menghasilkan laju aliran yang lebih cepat. Dapat diamati *trend* atau kecenderungannya, bahwa pada suhu tertinggi 160°C, menyebabkan laju alir distilat sebesar 0,769 liter/ menit, sebaliknya pada suhu 120°C laju alirnya sebesar 0,267 liter/menit.

Kenaikan temperatur juga mempengaruhi persen recovery. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pengaruh Temperatur terhadap *Recovery Solvent*

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa persen *recovery* diperoleh antara 65,57% sampai 66,37% dengan rata-rata persen *recovery* sebesar 66,01%.



Gambar 4. Pengambilan Sampel Distilat dengan Botol Sampel



Gambar 5. *Solvent Hasil Recovery*

## **Kesimpulan**

Dari hasil penelitian terhadap proses recovery solvent pada industri cat, dapat disimpulkan, bahwa :

1. Persen recovery tertinggi tercapai pada tekanan 0,9 bar dan temperatur 160 °C yaitu sebesar 66,37%;
2. Kondisi operasi optimum tercapai pada tekanan 0,9 bar dan temperatur 140 °C sesuai Tabel 2 pada sampel distilat A3 diperoleh kandungan air sebesar 0,0159% dan komposisi distilat mengandung SMT (Special Mineral Turpentine) sebesar 94% dan Celva 51 (sejenis *thinner*) sebesar 6%;
3. Kondisi optimum yang dicapai belum memperhitungkan besarnya biaya (*cost*) yang dibutuhkan untuk energi (steam dan listrik) serta kehilangan bahan (material loss) yang menguap.

## Referensi

- Alberici, R., & Jardim, W. (1997). Photocatalytic destruction of VOCs in the gas-phase using titanium dioxide. *Applied Catalysis B: Environmental* 14, 55-68.
- Doble, M., & Kumar, A. (2005). Biotreatment of Industrial Effluents. *Elsevier Butterworth-Heinemann*.
- Dovletoglou, O., Philippopoulos, C., & Grigoropoulou, H. (2022). Coagulation for treatment of paint industry wastewater. *Journal of Environmental Science and Health A37(7)*, 1362-1377.
- Dursun, D., & Sengul, F. (2006). Waste minimization study in a solvent-based paint manufacturing plant. *Elsevier*, 16.
- Geankoplis, C. (1993). *Transport Processes and Unit Operations-Third Edition*. New Jersey: Prentice-Hall International, Inc.
- He, Z., Li, J., Chen, J., Chen, Z., Li, G., Sun, G., et al. (2012). Treatment of organic waste gas in a paint plant by combined technique of biotrickling filtration with photocatalytic oxidation. *Chemical Engineering Journal* 200-202, 645-653.
- Jewell, L., Fasemore, O., Hildebrandt, D., Glasser, D., Heron, L., Van-Wyk, H., et al. (2004). Toward zero waste production in the paint industry. *Water SA* 30(5), 95-99.
- Lorton, G. (1988). Waste minimization in the paint and allied products industry. *Waste Management* 38(4), 422-427.
- Onuegbu, T., Umoh, E., & Onwuekwe, I. (2013). Physico-chemical analysis of effluents from Jacobon Chemical Industries Limited, makers of bonalux emulsion and gloss paints. *International Journal of Science and Technology* 2(2), 169-173.
- PT. Kansai Prakarsa Coatings. (2019, January 01). Instruksi Kerja . *Pengoperasian Mesin Solvent Recovery Merk OFRU Type ASC-150*. Tangerang, Banten, Indonesia: PT. Kansai Prakarsa Coatings.
- Stoye, D., & Freitag, W. (1998). *Paint, Coatings and Solvents*. Weinheim, New York, Chichester, Brisbane, Toronto: Wiley-VCH.

Vaajasaari, K., Kulovaara, M., Joutti, A., Schultz, E., & Soljamo, K. (2004). Hazardous properties of paint residues from the furniture industry. *Journal of Hazardous Materials* 106, 71-79.

WMRC-Waste Management and Research Center. (1993). Paint waste reduction and disposal options. *Champaign, Illinois, USA*.