DAUR ULANG KORAN BEKAS

Oleh:

Triyanto Hadisoemarto*)

Abstract

Old newspaper (ONP) is a potential secondary fibre resource, especially for newsprint production, which can be used either in combine with virgin pulp or 100% recycled furnish. Though there are a number of factors that must be considered in recycling ONP, but it offers significant cost advantages compared with virgin pulp production. It's unfortunate that methods for evaluating deinking performance are not well defined.

I. PENDAHULUAN

Koran (*newspaper*) atau surat kabar yang umumnya dicetak diatas kertas koran (*newsprint*), merupakan bacaan sehari-hari masyarakat modern saat ini. Tirasnya sekali terbit bisa mencapai ribuan eksemplar, dan karena sifatnya yang 'sekali pakai' dapat dibayangkan berapa banyak koran bekas baca yang menumpuk. Pada prinsipnya, koran bekas yang disimpan lebih dari 6 bulan dikenal sebagai *ONP* (*old newspaper*), namun pada kenyataannya semua jenis koran bekas umumnya menyandang nama itu. Dalam perdagangan kertas bekas di Indonesia, khususnya di lingkungan pemulung, ONP meliputi:

- koran agen, yaitu koran yang tidak terjual habis,
- koran bekas baca,
- koran boncos, yaitu koran yang diperoleh dari tempat sampah, atau koran bekas pakai sebagai pembungkus,
- koran polos, jenis kertas koran yang belum sempat dicetak.

Koran bekas dikenal merupakan sumber serat sekunder yang cukup potensial sebagai salah satu bahan baku utama industri kertas. Penggunaannya sebagai .

bahan baku pabrik kertas, khususnya produsen kertas koran menyebar luas di kawasan Eropah, Amerika dan Asia; sebagian diantaranya memanfaatkan 100 % koran bekas sebagai bahan baku (1,9). Di Amerika Serikat jumlah koran bekas yang didaur ulang pada tahun 2000 mencapai 18,4 juta ton, menduduki peringkat kedua setelah kotak karton gelombang (15); namun jumlah ini ternyata hanya sekitar 10 % dari seluruh bahan baku yang diperlukan untuk membuat kertas koran di negeri itu, sedangkan di Jepang jumlahnya mencapai 91 % (12). Pada tahun 2000 jumlah kertas bekas yang diimpor Indonesia mencapai 4,3 juta ton, sebagian besar terdiri atas koran bekas dan majalah bekas yang akan dimanfaatkan sebagai bahan baku oleh pabrik kertas koran di negeri ini. Mutu kertas koran yang dihasilkan tergantung pada berbagai faktor, diantaranya jenis koran bekas yang digunakan serta teknologi proses penghilangan tinta pada koran bekas. Tulisan berikut membahas sekitar daur ulang koran bekas.

II. KORAN BEKAS SEBAGAI SUMBER SERAT SEKUNDER

Di dalam proses pembuatan pulp, variabel biaya yang paling dominan adalah kayu

*) Staf Peneliti
Balai Besar Industri Kimia

sebagai bahan baku, energi, bahan kimia dan tenaga kerja. Komponen biaya ini pada proses pemanfaatan serat sekunder akan jauh lebih rendah. Sebagai contoh, biaya untuk pendirian pabrik proses penghilangan tinta (*deinking*) koran bekas dengan kapasitas 200 ton per hari berkisar antara US \$ 150.000,- hingga US \$ 250.000,- tergantung pada sifat fisik dan derajat putih kertas koran yang dihasilkan. Angka ini masih lebih rendah dibanding biaya untuk mendirikan pabrik pulp CTMP (*chemi-thermo mechanical pulp*) sebesar US \$ 300.000,- atau pabrik pulp kraft sebesar US \$ 400.000, keduanya dengan kapasitas produksi yang sama. Sementara energi yang diperlukan per ton pulp koran bekas besarnya 37% lebih kecil koran dibanding proses pembuatan pulp kayu asah (12). Diharapkan dengan meningkatnya kepedulian masyarakat terhadap lingkungan, maka penyediaan kertas bekas, khususnya koran bekas sebagai bahan baku serat sekunder akan meningkat pula. Di Indonesia hal ini ditandai dengan meningkatnya *recovery rate* kertas bekas, seperti terlihat pada data berikut:

tahun	konsumsi kertas (000 t/th)	<i>recovery</i> (000t/th)	<i>recovery rate</i> (%)
1998	1.261,4	400,0	31,7
1999	2.340,4	850,0	36,3
2000	3.382,0	1.477,0	43,7

Kertas koran umumnya mengandung pulp mekanis yang sangat tinggi, sehingga proses penghilangan tinta yang dilakukan terhadap koran bekas umumnya akan menghasilkan pulp dengan sifat fisik dan derajat putih yang rendah (3). Disamping itu, proses cetak koran yang digunakan juga akan mempengaruhi tingkat kesulitan proses penghilangan tinta yang harus di-

lakukan. Jenis perekat yang tidak larut dalam air seperti yang sering kita dapati pada majalah, buku telepon, dan katalog, serta jenis selopan yang terdapat pada penutup amplop, yang ikut terbawa bersama stok koran bekas akan menimbulkan *stickies* yang menjadi penyebab utama cacatnya kertas koran yang dihasilkan (6). Belum lagi adanya limbah lain seperti kantong plastik, penjepit kertas, dan sebagainya yang akan menambah tingkat kesulitan proses yang harus dilakukan. Pada prinsipnya, untuk meningkatkan mutu kertas koran yang dihasilkan dapat dilakukan dengan cara :

- pengendalian kualitas koran bekas yang dibeli, dan
 - penyempurnaan proses penghilangan tinta, antar lain dengan menambah proses mekanis (pencucian, penyaringan, dsb.) dan proses kimia (mis. pemutihan, dsb.)
- Stok koran bekas yang masuk pabrik harus benar-benar 'siap proses', dan menurut *Paper Stock Industries* persyaratan yang harus dipenuhi adalah (17):
- jenis kertas lain yang tercampur ke dalam stok, maksimal 5%,

- bahan yang tidak diinginkan, maksimal ½ dari 1%,
- bahan yang tidak sesuai, maksimal 2%.

Bahan yang tidak diinginkan (*prohibitive material*) didefinisikan sebagai setiap bahan yang terdapat dalam stok koran bekas yang dapat merusak peralatan/ mesin yang akan digunakan; sedangkan

bahan yang tidak sesuai (*outthrow*) didefinisikan sebagai jenis kertas lain yang dianggap tidak sesuai dan akan mempengaruhi mutu kertas yang dihasilkan. Umumnya sangat sulit untuk menerapkan ketentuan diatas, mengingat bahwa koran bekas melalui jalur yang panjang sebelum sampai ke pabrik, mulai dari rumah tangga, perkantoran, pemulung, lapak, dan pemasok. Semuanya harus memiliki pengertian dan kepedulian bahwa tidak semua kertas bekas itu sama nilainya, dan bahwa koran bekas sebaiknya tidak dicampur dengan jenis kertas bekas atau limbah lainnya. Dari survey yang dilakukan terhadap 15 pabrik kertas yang melakukan proses penghilangan tinta, ternyata hanya tiga pabrik melakukan pengendalian terhadap koran bekas yang dibeli, disamping melakukan penyortiran sendiri (5). Biasanya pabrik kertas memerlukan persyaratan diatas, diiringi dengan peningkatan teknologi proses, walaupun untuk ini diperlukan biaya yang cukup tinggi. Cara lain yang dapat ditempuh adalah dengan tidak menggunakan 100% koran bekas, tetapi mencampurnya dengan jenis pulp yang memiliki sifat fisik lebih baik, misalnya pulp daur ulang kertas majalah yang umumnya terbuat dari jenis kertas cetak, atau dengan jenis pulp mekanis bukan hasil daur ulang misalnya CTMP. Dengan sistem manajemen yang baik, secara umum dapat dikatakan bahwa kertas koran yang dibuat dari daur ulang koran bekas memiliki sifat-sifat yang hampir setara dengan kertas koran yang dibuat dari pulp murni (*virgin pulp*). Derajat putih hampir mendekati, sedangkan opasitas umumnya lebih tinggi; ketahanan tarik lebih rendah, ketahanan sobek lebih tinggi. *Linting* yang banyak terjadi pada proses pembentukan lembaran karena rendahnya ketahanan permukaan

kertas, bisa diatasi dengan menggunakan mesin kertas kasa-kembar (*twin wire*); kurang lebih sama dengan apa yang dialami pabrik yang menggunakan pulp murni (9).

III. PROSES PENGHILANGAN TINTA

Pada prinsipnya, proses penghilangan tinta koran bekas meliputi:

- a. *Proses pembuatan pulp*, dimana kertas dihancurkan menjadi bubur serat, kemudian ditambahkan bahan kimia antara lain surfaktan, natrium silikat, DTPA dan soda kostik, untuk memisahkan tinta yang menempel pada serat; umumnya pada konsistensi rendah (4-6%), walaupun ada juga yang menggunakan konsistensi tinggi (12-15%). Dilaporkan bahwa pembuatan pulp pada konsistensi tinggi dianggap lebih menguntungkan, karena proses pemisahan tinta dengan serat terjadi lebih cepat, waktu reaksi lebih pendek, interaksi antar serat meningkat yang akan mempermudah terdispersinya partikel tinta, dan lebih hemat energi. Prosesnya dilakukan pada suhu 55-70 °C dengan pH 9-11 selama satu jam; reaksi pemisahan tinta dapat terjadi dengan baik karena adanya pengadukan yang teratur, konsentrasi tinggi, dan suhu yang memadai. Stok pulp kemudian diencerkan hingga 4-5% agar mudah dipompa ke luar (2,10,16).
- b. *Pembersihan dan penyaringan*; pembersihan umumnya menggunakan alat pembersih sentrifugal untuk memisahkan kontaminan berat dan ringan (mis. pasir, kawat, kain perca, dsb.), serta benda-benda asing lainnya dengan berat jenis lebih besar dari berat jenis serat.

Setelah melalui alat pembersih ini, pulp kemudian *diperas* hingga konsistensinya anatar 20-25%; dari proses ini dihasilkan larutan tinta pekat yang dimanfaatkan kembali untuk proses pembuatan pulp atau rekaveri bahan kimia. Sementara itu, pulp kemudian diencerkan kembali, dilanjutkan dengan penyaringan baik dengan alat saring bertekanan maupun alat saring getar. Air saringan digunakan kembali untuk proses pemberian, biasanya ditambahkan alum untuk klarifikasi (10,16).

- c. *Pemisahan tinta*, bisa dilakukan dengan cara pencucian, cara flotasi, atau kombinasi dari keduanya; pada cara pencucian, tinta dilepaskan dari serat dengan bantuan bahan pengemulsi dan pendispersi, kemudian dibilas; sedangkan pada cara flotasi, partikel tinta diikat oleh gelembung-gelembung udara sehingga mengambang kepermukaan, kemudian dipisahkan. Terdapat perbedaan kimiawi yang nyata antara penghilangan tinta dengan kedua cara ini. Dalam cara pencucian, dilakukan usaha untuk mengurangi ukuran partikel tinta hingga kurang dari 5 μm , kemudian mengemulsi, melarutkan dan mendispersikannya sebanyak mungkin; hal ini merupakan ukuran tingkat keberhasilan cara pencucian. Dalam cara flotasi, pengurangan ukuran partikel dan emulsifikasi seperti itu tidak diperlukan; sedangkan bahan kimia yang bersifat kolektor (asam lemak atau sabun) akan dikonversikan menjadi sabun kalsium yang tidak larut dan akan disingkirkan juga dengan cara flotasi pada sel berikutnya; hal ini perlu dilakukan untuk menghindari turunnya efisiensi atau menimbulkan masalah pada mesin proses. Selain itu, diharap-

kan juga bahan-bahan lain yang bersifat hidrofobik seperti *stickies*, plastik serta bahan leleh-panas dapat disingkirkan dengan baik dan efisien. Itu sebabnya mengapa cara flotasi umumnya dilakukan dengan menggunakan lebih dari satu sel, minimal dua sel flotasi. Cara pencucian banyak digunakan di kawasan Amerika, sementara cara flotasi dipakai di Eropa; namun untuk mendapatkan hasil optimum dari proses penghilangan tinta ini, sebaiknya kedua cara ini digabung. Bila digunakan proses gabungan, dispersan sebaiknya tidak dimasukkan kedalam pulper, tetapi dilakukan sebelum proses pencucian, agar dapat membilas partikel tinta dengan ukuran yang sangat kecil yang terdispersi dan tidak dapat disingkirkan dengan proses flotasi (2, 8, 13, 16). Cara terbaru yang diperkenalkan dalam skala laboratorium adalah pemisahan tinta dengan *steam explosion*, namun belum dikembangkan secara komersial. Dilaporkan bahwa investasi dan biaya operasi dari cara ini sekitar dua pertiga dari biaya yang harus dikeluarkan dengan cara konvensional (14).

- e. *Proses pemutihan* (bila perlu); apabila derajat putih dari kertas koran yang dihasilkan dirasa kurang, maka perlu dilakukan proses pemutihan. Bahan kimia yang dipakai tergantung dari jenis pulp asal yang digunakan pada koran bekas; apabila pulp asalnya jenis kayuasah maka bahan kimia yang dipakai adalah peroksida dan/atau hidrosulfit, namun apabila pulp asalnya dari jenis pulp kimia maka dapat digunakan proses hipoklorit atau gabungan antara proses klorinasi dan hipoklorit. Derajat putih kertas koran yang dihasilkan sangat tergantung pada umur simpan koran bekas yang diguna-

kan, makin lama umur simpan makin rendah derajat putih, seperti terlihat pada tabel berikut (10).

masalah pada mesin kertas, serta mempersulit proses pendauran. Ion kalsium yang masuk ke dalam sistem melalui kesadahan

Contoh Kertas Koran	Proses Cetak	Der. Putih <i>deinked pulp</i> , % GE	
		Baru	8 –10 bulan
A	c. tinggi	54,0	48,3
B	c. tinggi	54,5	50,2
C	c. datar	53,8	49,9
D	c. datar	48,8	45,0
E	c. datar	53,2	51,2

Dari data diatas juga dapat disimpulkan bahwa proses cetak juga mempengaruhi tingkat kemudahan proses penghilangan tinta; tinta cetak tinggi (*letterpress*) relatif lebih mudah dipisahkan dibanding tinta cetak datar (*offset*), hal ini ditandai dengan lebih tingginya nilai derajat putih pulp hasil penghilangan tinta (*deinked pulp*) yang dihasilkan.

IV. PENGARUH RESIDU BAHAN KIMIA

Masalah busa merupakan salah satu pengaruh negatif penggunaan bahan kimia pada proses penghilangan tinta, hal ini terjadi misalnya saat digunakannya surfaktan untuk membantu pendispersian tinta. Busa yang terjadi akan menimbulkan masalah baik di dalam pabrik maupun pada air limbah yang harus dibuang. Campuran berbagai jenis surfaktan yang tepat dapat dilakukan untuk mengurangi terbentuknya busa tanpa mempengaruhi efisiensi penghilangan tinta. Bahan penghilang busa (*defoamer*) dapat juga dipakai, namun tidak boleh langsung dimasukkan ke dalam *pulper*. Semua jenis surfaktan yang digunakan harus sudah terbilas habis dengan berakhirnya proses penghilangan tinta, kalau tidak ia akan menimbulkan

air, sebagai bahan flotasi atau terbawa bersama serat sekunder dapat menyebabkan timbulnya endapan pada penyaring atau peralatan lainnya, sehingga perlu digunakan bahan kimia yang sesuai untuk mencegahnya (8,16).

V. METODA EVALUASI SERAT SEKUNDER

Tujuan utama penggunaan kertas bekas sebagai sumber serat sekunder adalah untuk mendapatkan serat dengan harga murah tetapi dengan mutu yang masih dapat diterima konsumen. Mengingat bahwa sekitar 30 % kebutuhan serat dunia diperoleh dari kertas bekas, maka perlu adanya metoda evaluasi bagi serat sekunder yang dihasilkan. Metoda evaluasi ini, selain berguna untuk melihat mutu kertas bekas yang dibeli dan serat sekunder yang dihasilkan, tetapi juga berguna untuk mengevaluasi efisiensi peralatan daur ulang kertas bekas yang dimiliki, yang dapat dijadikan dasar untuk pengembangan proses lebih lanjut.

Evaluasi yang perlu dilakukan antara lain:

- derajat giling pulp kertas bekas;
- jenis dan jumlah kontaminan;
- kadar abu;

- derajat putih;
- pelepasan tinta (*ink removal*).

Derajat Giling: pengukuran derajat giling pulp kertas bekas diperlukan untuk melihat tingkat 'kehalusan' serat yang diuji yang berguna untuk memprediksi sifat kertas yang akan dihasilkan; umumnya memakai standar TAPPI T-227, *cara uji derajat giling pulp*. Nilai derajat giling yang dihasilkan, sangat tergantung pada cara pengambilan contoh dan cara penyediaan contoh pulp dari kertas bekas yang akan diuji, antara lain yang perlu diperhatikan adalah waktu pengadukan, suhu, pH, konsistensi dan kualitas air yang digunakan (4). Cara uji ini telah diadopsi juga sebagai standar nasional Indonesia (SNI). *Jenis dan Jumlah Kontaminan*; metoda yang paling sering digunakan untuk mengukur jumlah kontaminan adalah dengan metoda *six cut screen*. Dalam metoda ini diasumsikan bahwa bubur kertas yang tidak dapat melewati saringan 0,0015 mm, dianggap sebagai kontaminan, sedangkan jumlah stickies dalam kontaminan dapat ditentukan dengan berbagai cara, antara lain dengan ekstraksi pelarut, uji tekan-panas, atau fluoresensi UV (4). Sekitar 0,454 kg contoh koran bekas kering tanur dihancurkan menjadi bubur pulp dengan konsistensi kurang dari 1 %, kemudian disaring dengan saringan getar 0,0015 mm. Penyaringan dilakukan berulang-ulang hingga sisa saring yang tertinggal diatas saringan konstan; untuk ini diperlukan waktu sekitar 10 menit. Sisa saring yang dianggap sebagai kontaminan ini kemudian dikumpulkan, dikeringkan, dan ditimbang. Kontaminan yang diperoleh, kemudian dicampur dengan 1,2 gram kering tanur pulp kraft putih kayu-jarum, dibuat bubur pulp dan dijadikan lembar-tangan (*handsheet*) dengan metoda TAPPI

T205, tanpa pengepresan. Identifikasi *stickies* yang terdapat pada kedua permukaan lembar-tangan diamati dengan menggunakan *stereomicroscope* (7). *Kadar Abu*; analisa kadar abu koran bekas diperlukan guna mendapatkan informasi apakah koran bekas yang dibeli dan akan diproses mengandung bahan pengisi. Pada proses penghilangan tinta dengan cara pencucian, bahan pengisi akan terbilas sehingga menurunkan rendemen pulp yang dihasilkan. Kadar abu dapat diuji dengan menggunakan metoda TAPPI T413, *cara uji kadar abu lembaran kertas* (4); cara uji inipun sudah diadopsi menjadi SNI. *Derajat Putih*; derajat putih merupakan salah satu ukuran mutu pulp koran bekas yang dihasilkan, namun cara ujinya harus dilakukan dengan baik agar dapat mewakili keadaan yang sebenarnya. Hal ini mengingat bahwa derajat putih adalah nilai numerik dari faktor reflektansi lembar contoh uji terhadap sinar biru, padahal faktor reflektansi pulp koran bekas sangat dipengaruhi oleh proses penghilangan tinta, yang berkaitan dengan

- kandungan tinta di dalam pulp
- jenis serat dan kadar serat halus
- jenis bahan pengisi
- kemungkinan adanya bahan pencerah optik (OBA)
- warna

Dengan demikian nilai hasil pengukuran derajat putih pulp koran bekas akan sangat dipengaruhi oleh metoda persiapan lembar uji yang dilakukan. Perlu diperhatikan bahwa dalam mempersiapkan lembar uji, tidak boleh dilakukan proses pencucian, karena partikel tinta dan bahan pengisi yang terbilas akan mempengaruhi nilai derajat putih. Selain itu, apabila hasil uji derajat putih kedua permukaan lembar uji menunjukkan adanya perbedaan yang me-

nyolok, maka hal ini memberikan indikasi bahwa metoda persiapan yang digunakan kurang baik untuk pengujian derajat putih koran bekas. Untuk ini PIRA memberikan dua alternatif cara persiapan lembar uji, yaitu:

- a. Menggunakan metoda *TAPPI T218*, pembuatan lembar-tangan untuk uji reflektansi pulp, dengan catatan air saringan didaur ulang keatas lembar-tangan untuk mengembalikan partikel tinta yang terbilas;
- b. Menggunakan *dynamic sheet former* untuk mengurangi pengaruh filtrasi, dengan saringan 120 mesh.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam mempersiapkan lembar-uji karena akan mempengaruhi nilai pengukuran derajat putih, antara lain kualitas air yang digunakan untuk pengenceran, pH, tingkat kehalusan permukaan lembar-uji, dan berat dasar lembar-uji (11). *Pelepasan Tinta*; merupakan salah satu ukuran efisiensi proses penghilangan tinta, walaupun nilainya tidak dapat dijadikan ukuran mutu pulp yang dihasilkan. Sebagai bukti, lembaran pulp yang diberi tinta dengan jumlah yang sama, akan memberikan nilai derajat putih yang berbeda, karena sangat tergantung pada distribusi ukuran partikel tinta pada tiap lembar pulp. Pelepasan tinta biasanya diukur dengan alat untuk analisa bayangan (*image analysis*), yang mampu mengamati partikel tinta dengan rentang diameter 0,1-100 μm . Harga alat uji ini sangat mahal, metoda analisisnya sulit, dan ukuran contoh yang diperlukan sangat kecil. Hasil ujinya kadang-kadang sulit diinterpretasikan, diduga karena adanya aglomerasi partikel tinta; dengan demikian metoda ini jarang dipakai. Pelepasan tinta tidak dapat diuji dengan

menggunakan metoda *TAPPI T213*, uji noda pada pulp, karena ukuran partikel tinta antara 40-60 μm berada dibawah kemampuan daya lihat manusia, sehingga tak akan dapat dihitung secara kasat mata. Kendati demikian, metoda TAPPI ini masih banyak digunakan, walaupun hasilnya bersifat subyektif, sekedar untuk memperkirakan keberhasilan suatu proses penghilangan tinta.

VI. KESIMPULAN

1. Koran bekas merupakan sumber serat sekunder yang cukup potensial sebagai bahan baku utama industri kertas, khususnya kertas koran;
2. Proses penghilangan tinta pada koran bekas dapat dilakukan dengan cara pencucian, cara flotasi, atau gabungan keduanya; sedangkan *steam explosion* yang diperkenalkan sebagai cara terbaru, belum dikembangkan secara komersial;
3. Masalah busa merupakan salah satu pengaruh negatif penggunaan surfaktan pada proses penghilangan tinta, sehingga diperlukan upaya khusus untuk menanggulangnya;
4. Belum ada metoda standar yang dapat digunakan untuk mengevaluasi hasil proses penghilangan tinta. Selama ini pihak industri banyak mempergunakan standar TAPPI untuk uji pulp murni (*virgin pulp*), sekedar untuk bahan evaluasi, walaupun hasilnya kurang tepat.

VII. DAFTAR PUSTAKA

1.

VII. DAFTAR PUSTAKA

1. Cogger, R.C., Making Newsprint From a 100% Waste Paper Furnish, Paper Technology and Industry, Vol.29, No.2, March 1988.
2. Crow, D.R. and Secor, R.F., The Ten Steps of Deinking, Tappi Pulping Conference 1986.
3. Daneault, C., Lapointe, M., and Marchildon, L., How to Improve The Brightness of Pulp Obtained from the Deinking of Newsprint, Tappi Pulping Conference 1989.
4. Forester, W.K., Secondary Fiber Evaluation Methods, Tappi Contaminants Problems and Strategies Conference 1989.
5. Hamilton, F.R., Current Practices for Identifying and Removing Stikies in Deinking Plants, Tappi Journal, April 1984.
6. Hisey, A.B., Quality Control of Recycled Newspaper, Tappi Pulping Conference 1986.
7. Klungness, J.H., Disk Separation: Fiber Recovery From Recycled Newsprint Papermill Tailings, Tappi Pulping Conference 1987.
8. Koffinke, R.A., Modern Newsprint System Combines Flotation and Washing Deinking, Tappi Journal, February 1989.
9. Lorey, F.W., Problems and Promises of Recycled Newsprint, IFRA Newspaper Conference, Singapore, September 1988.
10. Mah T., Deinking of Waste Newspaper, Tappi Journal, February 1989.
11. Mc Kinney, R.W.J., Deinking and Deinked Pulp Evaluations, A Review of Test Methods, Tappi Journal, Januari 1988.
12. Morel, P.L., Secondary Fibers for Newsprint, Tappi Pulping Conference 1987.
13. Pfalzer, L., Flotation Deinking and Wastepaper Recycling Systems, Tappi Pulping Conference 1989.
14. Ruzinsky, F. and Kokta, B.V., Deinking of Wastepaper Assisted by Steam Explosion, Tappi Journal, Vol.83, No.12, December 2000.
15. Wand, R.W., Paper Recycling's Contaminant Barrier, Tappi Contaminants Problems and Strategies Conference 1989.
16. Woodward, T.W., Chemicals Used in the Deinking of Secondary Fiber, Tappi Papermaking Chemical Processing Conference 1986.
17. -----, Scrap Specifications Circular 1994, Paper Stock Industries, Institute of Scrap Recycling Industries, USA.

-----oooooooooooooooo-----