KEMAMPUAN TEKNOLOGI PULP DAN KERTAS MUTAKHIR DALAM MEWUJUDKAN SUATU *GREEN INDUSTRY*

Dr. Ir. Nyoman Jaya Wistara
Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan
Institut Pertanian Bogor

1. Pendahuluan

Konsep "*Round River*" mengatakan bahwa kita berada di dalam sebuah sistem tertutup yang dapat rusak dan tidak bisa diperbaiki bila kita tidak berhati-hati. Jika kita melihat konsep bahwa energi jumlahnya tetap, maka peningkatan aktifitas manusia dan alam di bagian tertentu akan mengambil energi dari bagian lain demikian pula sebaliknya. Sejumlah energi harus dikembalikan ke tempatnya agar keseimbangan sistem tertutup itu tetap terjaga. Saling keterkaitan subsistem di dalam sistem tertutup itu menuntut pemecahan suatu masalah lingkungan, misalnya, harus dilakukan melalui pendekatan antar disiplin. Dengan demikian seseorang yang bergerak dibidang perlindungan lingkungan, semestinya juga mampu melihat suatu masalah dari sisi kepentingan industri. Karena bagaimanapun juga sistem kehidupan di jaman ini tidak bisa dilepaskan dari aktifitas industri yang pasti, sampai tingkat yang beragam, berdampak negatif terhadap lingkungan. Akhirnya, "manusia harus mengendalikan dan bertanggung jawab terhadap semua aktifitasnya terhadap alam" untuk menjaga keseimbangan sistem tertutup ini.

Sehubungan dengan masalah polusi akibat aktifitas industri terhadap lingkungan, diskursus persyaratan industri tanpa bahan buangan atau "*zero discharge*"telah lama dikumandangkan di negara-negara modern. Tetapi pada umumnya "*zero discharge*"yang dimaksud adalah bahwa suatu pabrik tidak membuang polutan ke dalam aliran air atau udara, dan bahwa air atau udara yang dibebankan kepada lingkungan tidak membawa polutan. Walupun secara teoritis persyaratan *"zero discharge"*ini bukanlah tidak mungkin untuk direalisasikan oleh suatu industri, tetapi sumber daya dan energi (dalam bentuk cost) yang digunakan terpaksa harus mempertimbangkan keuntungan yang diperoleh.

Tuntutan ekonomi dan terutama mutu lingkungan hidup oleh masyarakat dewasa ini semestinya membuat semua kelompok industri memberi perhatian khusus tentang persyaratan *"zero discharge"*ini. Salah satu kelompok industri penghasil limbah terbesar adalah industri pulp dan kertas, yang di Amerika Serikat menempati urutan ke-5 (Springer, 1993). Kalau dilihat dari definisi polutan menurut EPA (*Environmental Protection Agnecy*, US), pabrik pulp menghasilkan paling sedikit 4 dari 8 katagori polutan, yaitu : zat yang membutuhkan oksigen, bahan kimia anorganik dan mineral, sedimentasi, dan panas. Perkembangan teknologi proses pembuatan pulp sendiri, pada awalnya cenderung mengarah kepada peningkatan dampak negatifnya terhadap lingkungan.

2. Proses Kraft – Proses Dominan

Sejak tahun 1950-an proses kraft mulai menggusur proses kimia lain seperti proses sulfit asam, sulfit netral, alkaline-anthraquinone, dan lain-lainnya. Sehingga sekarang ini proses kraft merupakan proses pulping kimia dominan di dunia. Proses ini dianggap paling ekonomis dan menghasilkan pulp dengan kekuatan terbaik. Disampinng itu, semua instrumentasi yang dibutuhkan untuk proses ini telah teruji mengingat proses ini telah berkembang dalam waktu yang sangat lama. Faktor ini sangat penting bagi industri pulp dan kertas yang sangat konservatif terhadap resiko karena tingginya investasi modal dalam pembuatan peralatan dan relatif rendahnya pengembalian modal.

Kelebihan proses kraft terletak pada kemampuannya mengolah semua jenis kayu, mampu menghasilkan sifat kekuatan pulp yang tinggi, dan sistem pendauran bahan kimianya yang sudah sangat baik. Namun ada sejumlah kelemahan mendasar pada proses ini, yaitu antara lain bau busuk yang bahkan tetap dimiliki oleh pabrik termodern sekalipun. Masalah serius lainnya berhubungan dengan kapasitas ekonomis pabrik. Pabrik kraft baru harus memiliki kapasitas produksi 1000 ton per hari atau lebih agar bisa beroprasi secara ekonomis, dan sudah tentu hal ini mensyaratkan investasi modal yang besar. Dibeberapa negara, seperti Jerman misalnya, pertimbangan keselamatan menjadi alasan untuk melarang penggunaan sistem pembakar pendauran bahan kimia jenis Tomlinson karena ketakutan kemungkinan akan adanya ledakan senyawaan berbau dari proses kraft ini. Pabrik pemutihan pulp kraft telah pula menjadi target para pencinta lingkungan karena penggunaan khlorin, khlorin dioksida atau persenyawaan mengandung khlor lainnya. Penggantian urutan pemutihan tanpa kehadiran senyawa berkhlor tidaklah mudah untuk memutihkan pulp kraft, karena lignin tinggal dalam pulp kraft sangat sulit untuk dihilangkan oleh senyawa lain. Kalaupun digunakan urutan pemutihan tanpa senyawa ber-khlor, maka derajat putih yang diperoleh tidak setinggi pulp yang diputihkan dengan senyawa ber-khlor.

3. Modifikasi Proses

Usaha-usaha untuk meningkatkan efisiensi pada setiap tahap pengolahan kayu menjadi kertas sebenarnya telah dilakukan sejak lama. Modifikasi-modifikasi dilakukan atas dasar alasan ekonomi dan kemudian persyaratan tuntutan masyarakat terhadap mutu lingkungan hidup yang terus meningkat. Modifikasi proses dimulai sejak tahap pengulitan kayu pulp (di *wood yard*) sampai dengan pengolahan limbah pabrik.

3.1. *Modifikasi Proses di "Wood Yard"*

Di *wood yard,* limbah dapat berasal dari tiga sumber yaitu transportasi log dengan air, pencucian log, dan pengulitan log (*wet debarking*). Di masa depan, industri harus berusaha menjauhi proses yang menggunakan air dalam menangani log. Dengan memperhatikan bahwa ada kecenderungan untuk menggunakan seluruh bagian kayu dalam industri perkayuan, maka nampaknya di masa depan semakin banyak pengangkutan kayu dari hutan dalam bentuk serpih.

Limbah di *wood yard* terutama berasal dari kulit kayu. Kulit kayu terdiri dari bagian dalam yang aktif secara fisiologi. Kulit bagian dalam ini menyumbang komponen organik terlarut yang bertanggung jawab terhadap peningkatan BOD. Sedangkan kulit bagian luar yang relatif lembam umumnya menahan kotoran berupa debu. Kulit merupakan 10% dari total batang kayu, atau 5% bila akar dan daun diperhitungkan.

Umumnya *pulpwood* berdiameter besar dan berukuran panjang dikuliti dengan bantuan air. Sedangkan dimasa depan, apabila *pulpwood* sudah sepenuhnya berasal dari HTI-Pulp, yang berarti diameter bahan baku relatif kecil dan pendek, maka pengulitan dapat dilakukan dengan *drum barker* tanpa air (kering). Hal ini akan membantu menurunkan jumlah limbah dari *wood yard.* Penggunaan kulit sebagai sumber energi juga merupakan sebuah alternatif untuk mencegahnya menjadi sumber pencemar. Umumnya konversi kulit menjadi energi ini dilakukan melalui pembakaran. Pembakaran kulit dengan peralatan yang memadai tidak menimbulkan bau khusus atau emisi beracun.

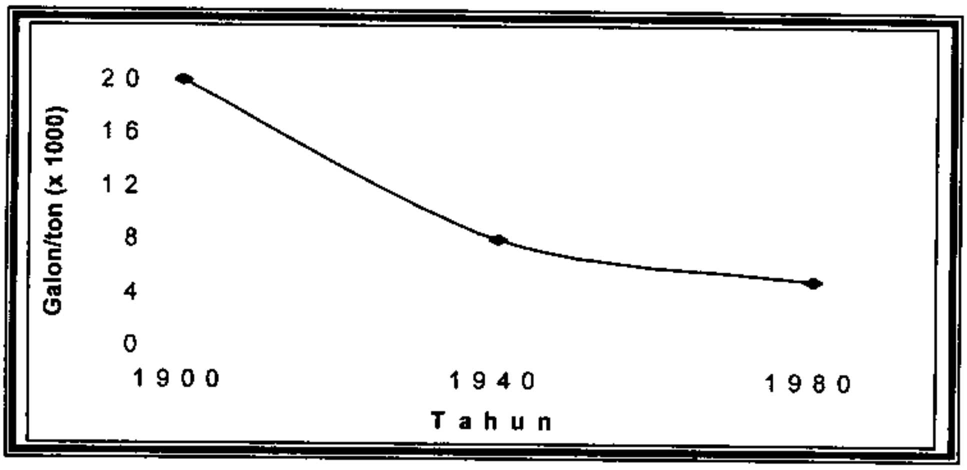
3.2. *Modifikasi Proses Pulping (Kraft)*

3.2.1. Pulp Washing

Untuk memisahkan dan membawa polutan dan bahan kimia ke *recovery system,* maka bahan-bahan tersebut harus dipisahkan melalui pencucian pulp. Dengan demikian tahap pencucian pulp memegang peranan penting dalam pengendalian polusi. Jenis *digester* menentukan jumlah *washer* yang diperlukan oleh pabrik pulp (kraft). *Continous digester* umumnya dilengkapi sistem *diffusion washer* yang lebih efisien dibandingkan dengan *vacuum drum washer* (kebanyakan pabrik biasanya menggunakan jenis *washer* ini). Dengan sistem difusi jumlah air yang diperlukan jauh lebih sedikit dan mampu memisahkan bahan kimia dan lignin lebih banyak. Umumnya digunakan 3 atau 4 *washer* dalam satu seri. Teknologi *diffusion washer* telah dikembangkan oleh Kamyr. Washer yang telah dikembangkan ini benar-benar merupakan sistem tertutup sehingga masalah bau dapat dikurangi. Dari segi efisiensi energi dan pengendalian polusi diperlukan tahap pencucian yang lebih banyak.

3.2.2. Limbah Cair Pabrik Kraft

Modifikasi-modifikasi yang sejak lama dilakukan di dalam penangan limbah dalam proses kraft pada mulanya ditujukan untuk alasan ekonomi, namun kemudian secara tidak langsung mengarah kepada tujuan proteksi lingkungan. Industri Kraft memiliki catatan sejarah yang impresif dalam hal menurunkan volume limbah cairnya. Gambar 1 (Bush, 1978) menunjukkan hal tersebut.



Gambar 1.
Sejarah volume buangan Industri Pulp dan Kertas Kraft.

Gambar 1 menunjukkan bahwa volume limbah cair pada tahun 1900-an adalah 20,000 gal/ton menjadi sekitar 5,000 gal/ton ditahun 1980-an. Penurunan ini merupakan hasil kombinasi penggunaan kembali air bekas dan usaha-usaha konservasi serta peningkatan produktifitas mesin. Didalam sebuah pabrik Kraft, limbah cair dapat berasal dari tiga sumber utama, yaitu *decker filtrate*, *evaporators*, dan sumber-sumber rutin yang tak terkendali.

Umumnya pulp disaring setelah pencucian *brown stock*. Proses penyaringan, yang biasanya dua tahap ini, memerlukan banyak air karena konsistensi penyaringan yang sangat rendah. Penurunan konsistensi pulp (sampai 1-2%) dapat menghabiskan sekitar 150 m^3 air per ton pulp, jika design screener-nya tidak baik. Jumlah ini dapat diturunkan menjadi 20 - 25m^3 hanya dengan mendaur air bekas itu (tanpa redesigning screener). Air buangan untuk meningkatkan konsistensi pulp (pada *decker*) dalam proses persiapan penyimpanan biasanya dibuang ke saluran pembuangan.

Telah banyak didemonstrasikan bahwa *decker filtrate* ini dapat dipakai menurunkan konsistensi pulp berikutnya. Kemudian sistem penyaringan tertutup, *hot stock screening*, dan *high-consistency refining* tanpa screening sama sekali juga sudah diperkenalkan. Semua modifikasi tahapan *screening* ini akan dapat menurunkan *decker filtrate* yang berdampak positif terhadap penurunan BOD pabrik.

Sebelum pembakaran, limbah cair harus dinaikkan konsentrasinya. Cara yang dipakai adalah dengan menguapkan cairan dengan suatu sistem evaporasi. Kondensat evaporasi ini mengandung bahan-bahan organik berberat molekul rendah yang juga bertanggung jawab terhadap peningkatan BOD pabrik. Cara paling logis untuk mengatasi masalah lingkungan yang timbul akibat kondensat ini adalah dengan menggunakannya kembali untuk *brown stock washing*. Meskipun penggunaan terus-menerus dari kondensat ini menimbulkan masalah lain, yaitu masalah bau; tetapi masalah ini telah diatasi dengan *air stripping* atau *steam stripping* (yang disebut belakangan lebih banyak dipergunakan).

Sepertiga sampai setengah dari BOD dan TSS di dalam sebuah pabrik Kraft berasal dari tumpahan (*spills*), *overflow* dan *wash-up*. Limbah ini disebabkan oleh beberapa faktor seperti *shutdown* dan *startup* rutin pabrik (untuk perbaikan), masalah teknis (terutama *power failure*), dan perubahan grade. Masalah-masalah seperti ini biasanya diatasi dengan peningkatan kontrol dan instalasi fasilitas pencegahan.

3.2.3. Konsep Pabrik Kraft Tertutup

Konsep pabrik kraft yang benar-benar tertutup telah diperkenalkan oleh Rapson dan Reeve (1978). Dalam konsep ini air baru (*fresh water*) hanya ditambahkan pada *bleached pulp decker* atau kepada pencucian tahap pemutihan dioksida terakhir dari pabrik pemutihan. Sistem pencucian dalam kompartemen pemutihan ini adalah benar-benar menggunakan sistem countercurrent, dan sebagain besar *filtrate* dipergunakan untuk keperluan *brown stock washing*. Condensat dari evaporator melewati proses *steam stripping* dan hasilnya dipakai sebagai sumber air bagi berbagai keperluan di pabrik. Ciri utama dari sistem pemutihan tertutup Kraft ini adalah:

1. Penggunaan kondensat terkontaminasi dalam *pulp processing* setelah *steam stripping*.
2. Ruangan penyaring tertutup (*closed screen room*).
3. *Spill collection system*
4. *Countercurrent washing* dalam pabrik pemutih.
5. *Salt control system*.

Countercurrent washing di dalam tahap pemutihan mensyaratkan bahwa tahap pertama pemutihan tidak bisa dengan klorinasi langsung, melainkan dengan tahap DC. Prosedur *countercurrent* menurunkan volume larutan metode DCEDED menjadi kira-kira 3,000 gal/ton (Bengkvist dan Foss, 1970 dalam Springer, 1993). Bandingkan dengan limbah cair terendah metode CEDED di Amerika Utara tahun 1980-an adalah 6,900 gal/adt (Springer, 1993).

3.2.4. Perkembangan Metode Pemutihan

Pemilihan teknologi pemutihan di masa depan akan ditentukan oleh persyaratan mutu pulp, permintaan pasar, peraturan-peraturan lingkungan hidup, faktor ekonomi dan faktor teknis. Konsumen akan menerima suatu produk berkualitas relatif lebih rendah selama produk tersebut dihasilkan dengan proses yang bersahabat dengan lingkungan. Sifat seperti ini disitilahkan dengan "*emotional quality*" (Jaakko Poyry, 1998).

Pemutihan klasik dengan menggunakan Cl_2 benar-benar telah tidak dapat diterima oleh kalangan pencinta lingkungan ataupun masyarakat di negara maju. Pemutihan ini bekerja melalui proses klorinasi lignin, berbeda dengan bahan pemutih lain yang berkerja berdasarkan reaksi oksidasi. Beberapa senyawa organik terklorinasi yang terbentuk dari hasil proses klorinasi ini sangat beracun, terutama "dioxin" dalam bentuk TCDD (2,3,7,8-*tertrachlorodibenzo-p-dioxin*) dan furan (2,3,7,8-*tetrachlorodibenzofuran*). Senyawa-senyawa polychlorinated tersebut sangat sulit untuk diatasi dalam sistem pengolahan limbah, dan juga sangat sulit untuk memenuhi ambang batas AOX. Limbah cair dari tahap klorinasi ini juga relatif tinggi karena proses pemutihan berlangsung pada konsistensi yang sangat rendah.

Closed System Concept dalam industri pulp akan mengarah pada suatu proses TEF (*Totally Effluent Free*). Sebelum sampai kepada proses TEF, proses pemutihan yang sudah terealisasikan adalah proses ECF. Teknologi pemutihan ECF ini telah berkembang dengan baik. Sedangkan untuk proses TCF sampai saat ini sudah bisa dipakai untuk menghasilkan pulp dengan derajat putih tinggi (paling tidak untuk kayu daun lebar).

Karena biaya bahan kimia dalam pemutihan dengan metode ECF dan TCF lebih mahal, maka proses ini mensyaratkan kadar lignin (bilangan kappa) yang rendah. Oleh sebab itu teknologi pemasakan untuk menghasilkan bilangan kappa rendah menjadi suatu kemutlakan dalam suatu pabrik kraft modern. Untuk tujuan menurunkan kadar lignin hasil pemasakan, tahap pemutihan dengan oksigen menjadi persyaratan standar pada pabrik-pabrik baru. Umumnya penurunan kadar lignin dilakukan dengan meningkatkan selektifitas delignifikasi, memperpanjang tahap delignifikasi ruah, dan menghindari kondensasi lignin diakhir pemasakan.

4. Proses Baru (*Uncovetional Process*)

Sejak beberapa dekade terakhir ini tumbuh ketertarikan untuk mencari alternatif proses kraft yang akan menghasilkan pulp dengan sifat kekuatan setara proses kraft namun tanpa kelemahan dari sisi lingkungan. Ada dua pendekatan yang menarik dalam hal ini, yaitu pendekatan kimia berupa proses pulping *organosolv* dan pendekatan bioorganisme berupa *biopulping*.

4.1. *Proses Organosolv*

Dalam proses organosolv digunakan pelarut organik untuk mengekstraksi lignin dari kayu. Penggunaan pelarut organik pada mulanya dipertanyakan karena pelarut organik termurah sekalipun tetap lebih mahal dari air yang merupakan satu-satunya pelarut yang dipergunakan dalam semua proses konvensional dewasa ini. Namun demikian, penelitian dalam bidang *oragnosolv pulping* terus berjalan maju dalam beberapa dekade yang lalu dengan hasil lebih dari 600 makalah hasil penelitian dipublikasikan dan/atau dipresentasikan dalam konferensi-konferensi ilmiah.

Penelitian dalam bidang proses organosolv ini dimulai oleh Kleinert dan Tayanthal (1931, 1932, dalam Young and Akhtar, 1998) yang menemukan bahwa kayu dapat dimasak dengan campuran ethanol dengan air pada suhu dan tekanan tinggi. Selama 30 tahun berikutnya ditemukan bahwa banyak sekali jenis pelarut organik dengan ataupun tanpa katalisator asam seperti asam mineral, garam-garam asam, sulfur dioksida, khlorin dan sebagainya yang dapat dipakai untuk memasak kayu. Dari sekian banyak proses organosolv yang telah ditemukan, dalam tulisan ini hanya akan dibahas beberapa proses yang memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut.

4.1.1. Proses Acetosolv dan Acetocell

Pada permulaan tahun 1980-an Nimz dan koleganya dari German Institute of Wood Chemistry-Hamburg memperkenalkan sebuah proses organosolv bernama Acetosolv. Proses ini menggunakan pelarut utaman asam asetat (93%) dan 0.5 – 3.0% HCl sebagai katalisnya. Dengan suhu pemasakan 110 °C selama 0.5 jam (tergantung jenis kayu) bilangan kappa yang diperoleh adalah 8-11 untuk *hardwood* dan 19-21 untuk *softwood*, dibandingkan dengan 18 – 30 untuk masing-masing jenis kayu dengan proses kraft (Nimz, *et al.*, 1989). Kekuatan tarik pulp-nya setara dengan kekuatan tarik pulp kraft, tetapi kekuatan sobeknya 30 – 40% lebih rendah. Penggunaan HCl sebagai katalis mneimbulkan masalah korosi pada instrumentasi pemasak. Karena masalah korosi ini Nimz beralih ke suatu sistem berbeda, yang disebut sebagai sistem Acetocell. Proses ini tetap menggunakan asam asetat sebagai pelarut, namun tanpa kehadiran katalis. Sebagai gantinya, proses ini diterapkan pada suhu tinggi. Proses Acetocell ini telah melangkah maju sampai dengan skala *pilot plant* oleh Veba Oel AG. Proses ini menghasilkan *by-product* berupa *furfural, levulinic acid, hydroxymethylfurfural, methanol,* dan *methyl acetat.*

4.1.2. Ester Pulping

Pada tahun 1985 sebuah proses pulping baru diumumkan oleh Professor Raymond Young dari Uniersity of Wsiconsin-Madison, USA. Proses tersebut dilisensikan kepada Biodyne Chemicals Inc. di Neenah-Wsiconsin. Kayu dimasak pada suhu tinggi (sampai dengan 200 °C) dengan pelarut berupa air, *ethyl acetate,* dan asam asetat dengan komposisi yang sama. *Ester pulping* ini dianggap memiliki keunggulan dalam *recovery* bahan kimianya. Tetapi sampai saat ini proses ester pulping ini belum dikembangkan lebih lanjut.

4.1.3. Proses Organocell

Untuk memanfaatkan *softwood*-nya untuk membuat pulp dengan kekuatan setara pulp kraft dan dapat diterima oleh peraturan lingkungan yang sangat ketat, pemerintah German mendorong penelitian kearah pengembangan teknologi pulping yang baru. Munchen-Dacau (MD) Corporation di akhir tahun 1970-an memuali penelitian yang mendapat subsidi besar dari pemerintah German. Karena menemukan kesulitan untuk memasak *softwood* dengan proses alcohol-asam, mereka memilih untuk melakukan *solvolisis* alkalin dua tahap yang disebut dengan proses Organocell.

Pada tahun 1987 di Passing-German, telah didirikan sebuah *pilot plant* berkapasitas 5 TPD. *Pilot plant* ini terdiri dari sebuah *wood yard, steaming vessel, high presure feeder system, semicontinous digester* (kapasitas 10 m^3), ruang penyaring pulp, pabrik pemutihan 3 tahap (oksigen, klorin dioksida, dan peroksida). Pulp hasil percobaan ini dijual kepada pabrik kertas disekitar areanya.

Industri berskala penuh dengan proses Organocell ini mulai beroprasi tanggal 24 September 1992 sampai dengan tanggal 7 Juli 1993. Pada saat itu pemilik menyatakan kerugian 80 - 100 juta DM dan dinyatakan bangkrut. Teknologi yang diterapkan pada pabrik tersebut sebenarnya sangat menjanjikan (Hergert, 1998).

Diduga penyebab kerugian dari pabrik tersebut berhubungan dengan sangat ketatnya peraturan standar keselamatan yang diterapkan TUV (*Technischer Uberwachungsverein*). Peraturan itu mengharuskan bahwa seluruh pabrik secara elektronis dihentikan karena adanya potensi ledakan dari uap methanol. Jika satu titik tertentu dari instrumen tidak bekerja dengan baik, seluruh pabrik harus dimatikan. Sejak pabrik Organocell ini dioprasikan, lebih dari 100 kali shut-down dilakukan, yang memberi kontribusi terhadap 60 juta DM *overrun* dalam biaya *start-up*.

4.1.4. MILOX Process

Sebagai bagian dari usaha mereka untuk menghilangkan klorin dalam pemutihan pulp, *Finish Pulp and Paper Research Institute* meneliti campuran asam format dengan hidrogen peroksida, yaitu peroxyformic acid untuk memutihkan pulp. Campuran ini kemudian dipergunakan untuk proses pulping *hardwood* dan *softwood*. Pemasakan tiga tahap yang terdiri dari asam format - asam performat - asam format ini disebut dengan proses MILOX. Proses ini menghasilkan pulp dengan bilangan kappa sangat rendah, yaitu 7 - 11 yang memungkinkan mereka memutihkan pulp hanya dengan peroksida dan/atau ozone.

Pada tahun 1991 sebuah *pilot plant* berkapasitas 250 - 300 kg chips dibangun oleh Kemira Oy dan *Finish Pulp and Paper Research Institute*. *Pilot plant* ini dilengkapi dengan fasilitas pembuatan asam dan *recovery*-nya. *Feasibility study* untuk sebuah pabrik berskala penuh telah dilakukan oleh *consulting company*, Jaako Poyry Oy. Biaya pendirian pabrik MILOX ternyata sama dengan biaya pendirian sebuah pabrik kraft, tetapi biaya operasinya 20% lebih mahal. Disimpulkan pula bahwa pabrik dengan proses MILOX ini perlu untuk menjual *by-products* seperti lignin dan gula terlarut, selain pulpnya.

4.1.5. ALCELL Process

Proses Alcell merupakan sebuah proses organosolv berpelarut ethanol-air yang sangat potensial untuk dijadikan proses masa depan yang bersahabat dengan lingkungan. Karena potensinya, beberapa institusi termasuk *Pulp and Paper Research Institute of Canada* (PAPRICAN), telah melakukan evaluasi teknis, keteknikan, mutu produk dan ekonominya. Evaluasi tersebut telah melahirkan suatu rekomendasi positif dengan dibangunnya pabrik demonstrasi Alcell yang pertama tahun 1989 dengan biaya 65 juta dollar. Dalam tujuh tahun terakhir beroprasinya pabrik tersebut, telah dilakukan 3,200 kali pemasakan dengan hasil pulp bermutu tinggi dan beragam *by-products* bernilai tinggi, terutama lignin dan furfural.

Pada tahun 1993, *Alcell Technologies Incorporated* (ATI), sebuah perusahan yang dibentuk untuk menindaklanjuti kemungkinan pengembangan pabrik Alcell ke skala industri dan untuk meneliti pemasaran lignin dan *by-products* lainnya. Sebuah pabrik magnefit yang sudah tidak beroprasi di Atholville, New Brunswick-Canada dibeli oleh ATI untuk diajadikan pabrik Alcell skala penuh Desember 1994. Pembangunan pabrik direncenakan akan selesai tahun 1997. Kapasitas tahunan pabrik tersebut direncanakan sebagai berikut:

Produk	**Kapasitas (Metric Ton Per Year)**
Pulp (ADMT)	142,000
High-Purity Lignin	49,300
Modified Lignin	4,300
Furfural	7,500
Acetic Acid	8,30

Sejumlah percobaan pemutihan menggunakan metode ECF dan TCF telah dilakukan sesuai dengan hasil penelitian perusahaan tersebut. Derajat putih yang diperoleh dengan kedua metode tersebut adalah 91% (Tappi) dan 90% (ISO) dengan viskositas pulp sebesar 17.6 m.Pa.s. Sayang sekali, masalah finansial kembali melanda idustri pulp dan kertas negara-negara Amerika Utara, sehingga pembangunan pabrik Alcell berskala penuh yang direncanakan tersebut kemungkinan akan ditunda.

By-product paling unik dari proses ini adalah lignin-nya. Lignin Alcell adalah satu-satu produk lignin tanpa sulfur yang beredar di pasaran. Lignin tersebut sudah dimanfaatkan secara komersial, terutama untuk substitusi resin fenol-formaldehida. Lignin yang dihasilkan dari pilot plant-nya kini tengah diperdagangkan.

ATI menyebutkan beberapa aspek menguntungkan dari proses Alcell ini bila dilihat dari sudut pandang lingkungan hidup, yaitu:

1. Dengan media pemasak berupa alkohol dan air, proses ini akan bebas dari masalah bau akibat senyawaan sulfur yang di alami proses kraft dan sulfit.

Emisi senyawa turunan sulfur yang berhubungan dengan hujan asam tidak akan terjadi.

2. *By-products* Alcell bersifat renewable. Lignin Alcell dapat menggantikan resin PF yang dibuat dari petrokimia yang bersumber pada bahan non-renewable. Asam asetat yang dihasilkan juga bisa mengganti asam asetat yang diproduksi dari methanol dan CO.

3. Limbah cair berkhlor dapat dikurangi atau bahkan dihilangkan sama sekali. Penelitian menunjukkan bahwa derajat purih standar dapat diperoleh tanpa menggunakan senyawa berklor.

4. Pabrik Alcell dapat dibangun dengan skala lebih kecil dibandingkan dengan proses kraft agar bisa beroprasi secara ekonomis. Dengan demikian beban proses Alcell terhadap lingkungan dapat diturunkan.

4.2. *Proses Biopulping*

Mikroorganisme menguraikan berbagai jenis materi hidrokarbon termasuk kayu. Diantara beragam jenis mikroorganisme yang ada, maka jamur merupakan yang terbesar. Beberapa diantaranya sangat menguntungkan bila dilihat dari sisi ekstraksi selulosa dari kayu.

Dalam bidang ilmu kayu, jamur dikatagorikan berdasarkan karakteristik serangannya terhadap kayu. Ada tiga kelompok jamur, yaitu *white-*, *brown-*, dan *soft-rot*. White-rot adalah yang terpenting dalam bidang biopulping, karena ada jamur yang hampir hanya menyerang komponen lignin kayu dan meninggalkan komponen selulosanya.

White-rot relatif tidak mampu menjadi pulping agent yang mandiri, sehingga definisi biopulping bergeser menjadi pra-perlakuan kayu dengan jamur pendegradasi lignin sebelum proses pulping mekanis, kimia atau semikimia. Biopulping merupakan sebuah proses yang ramah lingkungan yang dalam hal biomechanical pulping dapat menurunkan konsumsi energi dan meningkatkan sifat kekuatan pulp.

Sebuah evaluasi komprehensif tentang biomechanical pulping telah dilakukan di USDA Forest Service, Forest Product Laboratory-Madison, USA oleh Biopulping Consortium (yang terdiri dari FPL, University of Wisconsin dan Minesota, dan beberapa perusahaan pulp dan kertas). Tujuan dari evaluasi tersebut adalah untuk mengevaluasi fisibilitas teknik dari perlakuan dengan white-rot pada proses pulping mekanis untuk menghemat enrgi dan/atau meningkatkan sifat kekuatan pulp-nya. Hasil evaluasi ini juga menunjukkan bahwa jamur dapat dibiakkan secara ekonomis pada chips yang ditumpuk di tempat penyimpanan chip (*outdoor*).

Pra-perlakuan chips dengan jamur untuk proses kimia juga telah dilakukan. Perlakuan yang diberikan ternyata mampu menurunkan bilangan kappa pulp sampai 30% untuk proses sulfit, tetapi tidak demikian halnya dengan proses kraft.

5. Kesimpulan

1. Pada dasarnya secara langsung ataupun tidak langsung, industri pulp dan kertas telah lama berusaha memodifikasi proses mereka untuk meminimumkan dampak negatif kegiatan mereka terhadap lingkungan. Hal ini dapat dilihat dengan jelas dari sejarah penanganan limbah, arah perkembangan teknologi (dari *chlorinated bleaching* menuju ke *TCF bleaching*, bahkan ke arah *TEF process*), dan penemuan-penemuan proses *unconventional*.
2. Secara teoritis, semua jenis limbah proses dalam industri pulp dan kertas dapat diminimumkan sampai derajat tidak mencemari lingkungan hidup. Masalah bau memang belum sepenuhnya teratasi bahkan oleh industri pulp (kraft) paling modern pun. Namun, dilihat dari kadar zat penghasil bau yang tetap lolos ke lingkungan, sebenarnya secara fisiologis tidak membahayakan kesehatan manusia.
3. Proses yang benar-benar mendukung perwujudan suatu *green industry* di dalam bidang pulp dan kertas sudah tersedia, paling tidak ada satu proses yaitu Alcell process. Proses ini layak untuk dipertimbangkan oleh industriawan pulp dan kertas Indonesia.

6. Pustaka Acuan

Bush, S.W. The Closed Mill Concept. *Tappi Journal*, 61(10): 54-56 (1978)

Herget, H.L. Developments in Organosolv Pulping - An Overview. Di dalam : Young, R. A. and Akhtar, M. (eds.) 1998. *Environmentally Friendly Technologies for the Pulp and Paper Industry*. John Wiley & Sons, Inc. New York.

Nimz, H. H., A. Berg, C. Granzow, R. Casten, and S. Muladi. Das Papier 43(10A): V102, 1989.

Rapson, W.H. and D.W. Reeve. *Tappi Journal*, 56(9): 112(1973).

Springer, A.M. 1993. *Industrial Environmental Control. Pulp and Paper Industry*. 2nd Ed. Tappi Press, Atlanta-USA.