

POTENSI SUMBER ALAM KOMPOSIT BERMAGNET

SITI ATKAH ABDUL HAMID & ABDUL AZIZ MANSOR

Faculty of Applied Science
Universiti Teknologi MARA Cawangan Pahang,
26400 Bandar Jengka, Pahang.
MALAYSIA

ABSTRAK

Permintaan terhadap bahan magnet semakin meningkat seiring dengan perkembangan pesat aplikasi peralatan elektrik dan elektronik seperti peralatan pengukuran, radar, satelit, televisyen, radio dan alat komunikasi. Bahan komposit yang terdiri daripada matriks polimer dan pengisi konduktif atau bukan konduktif telah digunakan dalam pelbagai bidang misalnya perisai interferens electromagnet (EMI), plastik lesapan, dan salutan konduktif sehinggalah kepada komponen berprestasi tinggi untuk kapal terbang, kapal angkasa, dan industri elektronik. Komposit bermagnet telah dibuktikan mempunyai kepentingan yang nyata secara komersial pada masa kini. Jika dibandingkan dengan bahan magnet seramik, komposit polimer magnet mempunyai kelebihan dari segi darjah kebolehan untuk direkabentuk dengan lebih baik, kos yang lebih murah, dan pemrosesan yang lebih mudah dan cekap.

Kata kunci: Komposit, lumen, magnet

PENDAHULUAN

Umumnya bahan komposit terdiri daripada kombinasi dua atau lebih komponen bahan yang homogen dan dapat dibezakan dengan mudah melalui mikroskop elektron (Hull, 1981). Terdapat beberapa sifat yang menjadi ukuran terhadap proses penguatan komposit seperti peningkatan nilai modulus, kekuatan tegangan, rintangan terhadap pembengkakan dan abrasi (Hull, 1981). Faktor-faktor yang menentukan peningkatan sifat-sifat komposit ialah saiz pengisi, sifat kimia permukaan, keadaan agrigasi, jumlah pengisi, bentuk dan darjah perekatan yang terjadi antara pengisi dan matriks polimer (Ishak & Bakar 1995; Ashida & Guo 1993 ; Younan et al. 1992). Sifat-sifat lain komposit yang mungkin berubah ialah kekuatan hentaman, sifat terma, kekerasan dan sifat tegangan.

Ferit yang dikenali sebagai bahan ferimagnet merupakan bahan seramik bermagnet dengan kandungan utamanya ialah Fe_2O_3 . Ia adalah bahan pepejal

yang mempunyai struktur polihabur, keras samada berwarna kelabu atau hitam. Ferit boleh dikelaskan kepada 4 jenis struktur yang berlainan iaitu struktur spinel seperti NiZn-, struktur garnet seperti garnet itrium besi (Yttrium Iron Garnet, YIG), struktur heksagonal (magnetoplumbit) seperti Ba dan ortorombik (perovskit) (Goldman 1990 ; Valenzuela 1994).

Kebaikan komposit yang berasaskan serabut berlignoselulosa ialah kekuatan dan kekerasan spesifik yang tinggi, ketumpatan rendah, nisbah aspek serabut yang diperlukan, kebolehlenturan, kos rendah perunit isipadu (Felix dan Gatenholm 199; Razman et al. 1998; Geethamma et al. 1995) dan boleh biodegradasi (Karmaker dan Schneider 1996). Penggunaan serabut bagi memperkuat komposit termoplastik masih belum dicapai dengan jayanya, terutamanya disebabkan kekurangan keserasian antara serabut lignoselulosa hidrofilik dan matrik termoplastik hidropobik. Bagi menambahkan keserasian antara serabut tandan kosong kelapa sawit dan poliamida, serabut terbenzil di adun dengan poliamida. Serabut tandan kosong kelapa sawit yang diubahsuai dengan pembenzilan bertujuan menambahkan kesan termoplastisiti (Hon dan Chao, 1993). Disebabkan serabut terbenzil mempunyai struktur fenil yang serupa dengan kepala poliamida maka jangkaan keserasian termodinamik antara serabut terbenzil dan kumpulan stirena boleh memberikan peningkatan sifat profil adunan.

Sebagaimana yang diketahui, ferit boleh bertindak sebagai pengecil medan gelombang mikro (microwave field attenuator) ataupun dalam erti kata lain ferit boleh bertindak untuk menyerap isyarat gelombang mikro yang hadir (Goldman 1999). Namun, produk ferit magnet ini bersifat rapuh, maka perolehan toleransi saiz dan sifat mekanik produk ferit magnet kurang memuaskan (Stefcova & Schatz 1983). Ini telah menyebabkan komposit polimer magnet telah mula mendapat perhatian bagi mengatasi kelemahan tersebut (Wang et al. 1999). Antara kelebihan komposit polimer bermagnet adalah kadar penghasilan tinggi, boleh dihasilkan dalam bentuk kompleks, kecil dan nipis secara jitu, lebih ringan, tidak mudah pecah atau retak (Osawa et al. 1988). Ia juga diproses serta dibentuk kepada bentuk-bentuk tiga dimensi (Fiske et al. 1997).

Kertas merupakan sesuatu yang penting dalam system pemindahan maklumat (information transfer system). Gentian selulosa bermagnet menawarkan potensi penyimpanan maklumat (information storage). Dengan menggunakan teknologi lumen berpengisi (lumen-loaded technology), pigmen bermagnet kormersil boleh dimasukkan ke dalam lumen serabut. Oleh itu, kertas bermagnet boleh disediakan daripada pulpa lumen berpengisi ini.

Teknologi lumen berpengisi telah mula diperkenalkan pada tahun 80-an (Green et al. 1982). Alince dalam kajiannya pada tahun 1988 telah menggunakan pigmen titanium dioksida (Ti₂O) dan tanah liat sebagai pengisi. Kemasukan pigmen ini ke dalam lumen pulpa adalah bertujuan untuk meningkatkan sifat fizikal kertas yang

dapat menghasilkan sifat kecerahan fizikal serta dapat menjimatkan kos (Casey 1981). Daripada kajian-kajian lepas yang telah dijalankan oleh Green et al. (1982, 1985), Middelton et al. (1985,1989), Miller et al. (1985), Petlicki et al. (1994), Foster et al. (1998) dan Garcia et al. (1999), proses lumen berpengisi membenarkan partikel pengisi dimasukkan terus ke dalam lumen gentian sementara mengekalkan permukaan luaran bebas daripada pengisi.

Pada tahun 90-an, Rioux et al. (1992) dan Marchessault et al. (1992) berjaya memperkenalkan pigmen bermagnet komersial ke dalam lumen pulpa dan menghasilkan kertas bermagnet. Pigmen-pigmen bermagnet ini termasuk Fe_2O_3 , Fe_3O_4 dan CrO_2 . Pulpa lumen berpengisi pigmen bermagnet ini berjaya menghasilkan kertas bermagnet yang mempunyai sifat-sifat magnet yang setanding dengan kad bas (bus card) dan cakera liut (floppy disc). Selain itu, Richard et al. (1990) dan Raymond et al. (1994) berjaya menghasilkan gentian selulosa bermagnet secara in-situ.

Kegunaan pigmen bermagnet yang paling luas digunakan dalam bidang perakaman bermagnet (*magnetic recording*) dan media penyimpanan maklumat (*information storage media*). Maghemite secara meluas diguna dalam penghasilan disket di mana ia wujud dalam bentuk satu lapisan nipis pada substrat plastik seperti mylar. Aplikasi yang lain bagi pigmen-pigmen bermagnet ini adalah pengkodan maklumat pada tiket subway dalam bentuk satu jalur bermagnet nipis yang disalut pada stok kadbod. Teknologi penghasilan fabrikasi helaian percetakan atau penulisan seperti gentian selulosa bermagnet adalah berkos rendah. Dengan menggunakan teknologi lumen berpengisi (lumen-loading technology), kertas bermagnet boleh dihasilkan apabila pigmen bermagnet komersil dimasukkan ke dalam bahagian lumen gentian. Kertas bermagnet mampu menyimpan maklumat dan ia dapat digunakan semula lebih daripada 100,000 kali (Ebbs 1992).

Dalam era tahun 80'an, kertas bermagnet berjaya dihasilkan oleh Iwasaki et al. (1980) dan Kondo (1985) dengan mencampurkan pulpa dengan ferit dan Kushida (1985) pula menyalutkan campuran ferit dengan 'binder' pada kertas. Partikel bermagnet didapati menyerap pada permukaan luaran gentian kertas dan ini akan menjejaskan ikatan antara serabut, seterusnya mengurangkan kekuatan kertas. Tambahan pula, pengkalan ferit yang lemah pada gentian akan menghasilkan produk yang "kotor" ("dirty" product) selepas melalui proses pembuatan kertas (Rioux 1992).

Alum adalah sejenis bahan kimia yang digunakan secara meluas dalam industri kertas sebagai bahan tambah yang berkesan untuk menukar cas permukaan supaya menggalakkan penarikan elektrostatik antara gentian pulpa dan partikel dalam ampaiian. Selain itu, polielektrolit kationik seperti polietilimine dan poliakrilamide banyak digunakan dalam usaha untuk meningkatkan pengekalan

pengisi dalam gentian pulpa (Alince 1987, 1988), Alince et al. (1991), Kamiti et al. (1994) dan Petlicki et al. (1994).

Tujuan kertas kerja ini disediakan adalah untuk membincangkan mengenai bahan komposit bermagnet, kaedah penyediaan dan kepentingan serta aplikasi.

METODOLOGI

1. Penyediaan Komposit Termoplastik Bermagnet

a) Bahan-bahan:

- i) Poliamida
- ii) Serbuk ferit
- iii) Serabut tandan kosong kelapa sawit

b) Penyediaan serabut tandan kosong kelapa sawit terbenzil

Serabut tandan kosong kelapa sawit dihaluskan dan diayak untuk mendapatkan serabut bersaiz di antara 300 – 500 μm . Serabut dikeringkan di dalam ketuhar bersuhu 60 $^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam sebelum digunakan. 10 g serabut dikacau di dalam 100 ml NaOH dengan kepekatan 40 % selama satu jam dan dituras. Serabut kemudian dipindahkan ke dalam kelalang dua leher dan dicampurkan bersama-sama 100 ml benzil klorida dan dipanaskan sehingga 110 $^{\circ}\text{C}$ selama 2 jam. Hasil dibasuh dengan air suling dan methanol bagi menyingkirkan bahan kimia yang tidak bertindakbalas.

c) Penyediaan komposit termoplastik poliamida-ferit-gentian tandan kosong kelapa sawit terbenzil

Komposit termoplastik poliamida-ferit-gentian tandan kosong kelapa sawit terbenzil disediakan dengan menggunakan pengadun dalaman. Pengadunan dilakukan pada kadar putaran 50 putaran perminit dan suhu percampuran sekitar 200 $^{\circ}\text{C}$. Butiran poliamida dimasukkan ke dalam pengadun dalaman dan dibiarkan selama 3 minit. Pada minit keempat, serbuk ferit dan gentian tandan kosong kelapa sawit terbenzil di masukkan dengan kuantiti yang ditetapkan dan dibiarkan berputar selama 12 minit. Selepas itu komposit tersebut dikeluarkan dan ditekan dengan mesin penekan panas yang telah dipanaskan pada suhu 200 $^{\circ}\text{C}$. Penekanan dilakukan selama 2 minit pada 8 kN untuk membentuk kepingan komposit setebal 5 mm, 3 mm atau 1 mm. Ketebalan sampel bergantung kepada dimensi sampel yang diperlukan dalam setiap ujian yang dijalankan.

2. **Penyediaan Pulpa Lumen Berpangsi Bahan Magneta)**

Bahan-bahan :

Pulpa (Pulp)

Cth: Kenaf (tanpa luntur, basah) dan tropika bercampur (tanpa luntur, kering udara)

Pigmen (Bahan bermagnet)

Cth: \square - Fe_2O_3 , Fe_3O_4 dan CrO_2

Bahan Tambah Penahanan (Retention Additives)

Polielektrolit kationik (Cationic Polyelectrolyte)

Polietilenimine

Garam tak organik (Inorganik Salt)

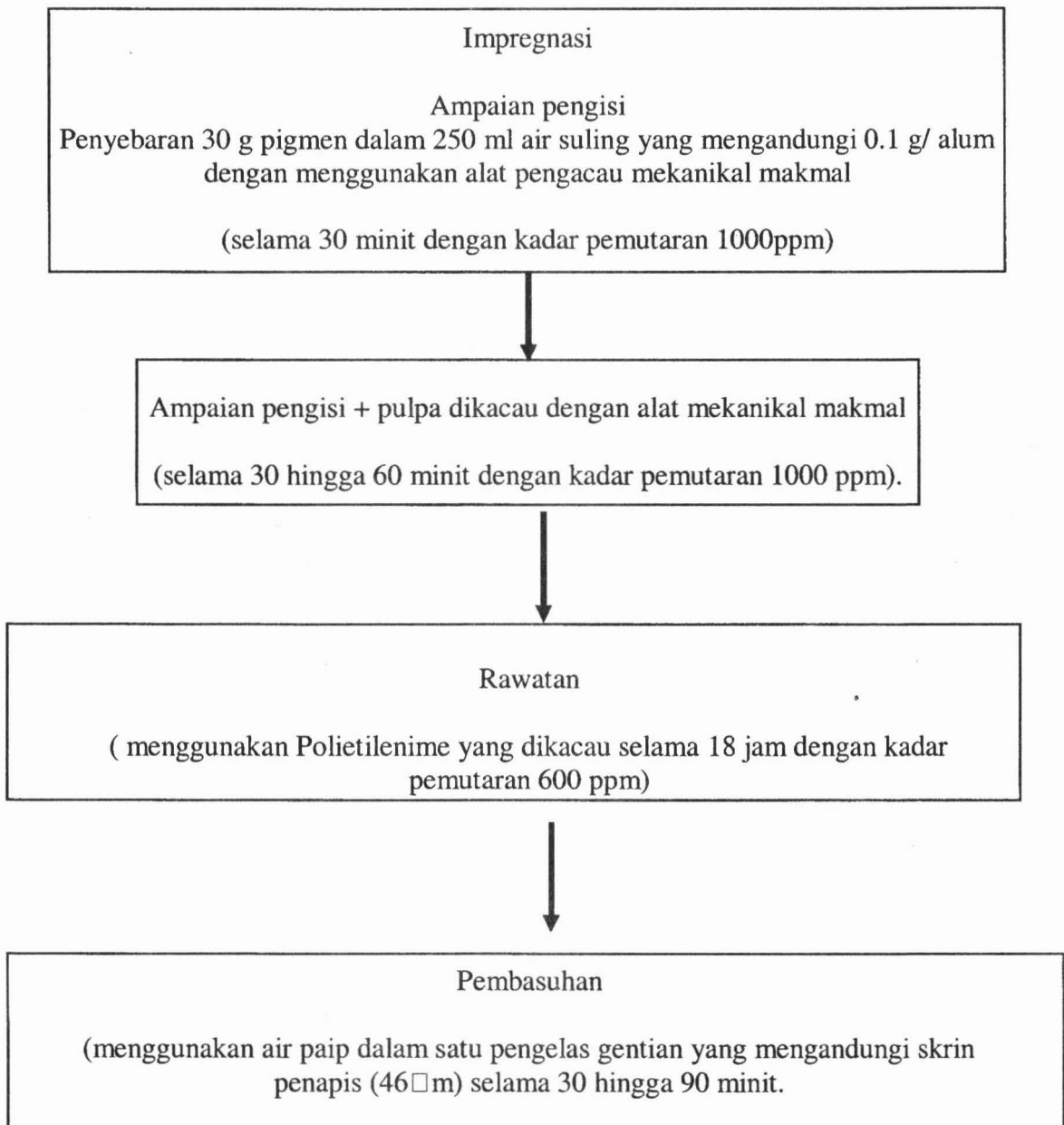
Aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$) atau lebih dikenali sebagai alum.



Rajah 1 - Cartalir penyediaan komposit termoplastik bermagnet poliamida-ferit- gentian tandan kosong kelapa sawit

b) Proses Lumen Berpengisi (*Lumen-loading Process*)

Proses ini melibatkan tiga peringkat yang penting iaitu impregnasi, rawatan dan pembasuhan.



Rajah 2 - Carta alir proses penyediaan lumen berpengisi (*Lumen-loading process*)

POTENSI PENGGUNAAN BAHAN KOMPOSIT BERMAGNET

Media Perekodan Data (Kad Pintar)

Sifat magnet yang baik pada komposit-komposit bermagnet tersebut sesuai untuk dijadikan media perekodan data seperti kad pintar untuk menyimpan data kekal. Kad pintar merupakan salah satu jenis hasil dalam teknologi maklumat di dunia ini. Ia mempunyai satu pemproses mikro atau chip ingatan di dalamnya dan dipasangkan bersama satu pembaca yang mempunyai kuasa pemprosesan yang berfungsi untuk menjalankan pelbagai tugas yang berlainan. Kad ingatan berupaya menyimpan data dan dapat dibaca dengan mudah sebagai suatu cakera liuk magnetic (floppy disk) dengan tahap pengawalan tertentu. Kad pemproses mikro pula dapat menambah, membatalkan atau memanipulasi maklumat yang terdapat di dalamnya. Seperti satu komputer mini, kad pemproses mikro mempunyai satu sistem operasi dengan peranti input/output serta cakera padat dengan ciri-ciri pengawalan di dalamnya. Kad pintar mempunyai dua jenis antara muka (interface) yang berlainan, iaitu jenis bersentuhan adalah diselitkan ke dalam pembaca yang mempunyai sentuhan fizikal dengan pembaca itu. Manakala Kad pintar tanpa bersentuhan pula mempunyai satu antenna dalam kad itu dan ini telah membolehkan komunikasi dengan pembaca tanpa berlaku sentuhan fizikal dengan pembaca itu.

Penggunaan Kad pintar

Kad pintar semakin berperanan untuk menggantikan semua jenis kad yang sedang digunakan hari ini seperti kad kredit, lesen, kad pengenalan, wang tunai dan lain-lain lagi.

Kad pintar telah dibuktikan begitu berkesan sebagai medium urusan (transaction), pengawtarian (authorization) dan pengenalan (identification) di negara-negara maju khususnya. Antaranya termasuklah :

a. Teknologi Maklumat

Organisasi seperti Kerajaan, perniagaan dan kesihatan pada asasnya menggunakan jaringan intranet, ekstarnet dan internet untuk penyimpanan dan pembatalan data dan maklumat. Dengan adanya teknologi baru seperti penggunaan kad pintar, organisasi tersebut sentiasa mengemaskini maklumat-maklumat yang tersimpan supaya sentiasa tersedia jika diperlukan dan sentiasa selamat daripada pengodam. Dalam hal ini kad pintar berfungsi sebagai:

- i. Memastikan keselamatan pengawtarian pengguna kepada komputer peribadi dan rangkaian
- ii. Memastikan keselamatan urusan e-dagang

- iii. Penyimpanan sijil, surat akuan dan kata laluan digital
- iv. Pengubahan data-data sensitif dengan menggunakan kata-kata kunci

b. Aplikasi komersial

Kad pintar juga menyediakan kemudahan dan kebaikan bagi penggunaan urusan komersial. Kad pintar yang mudah dibawa dan dikemaskinikan sangat sesuai untuk jaringan global dalam penyimpanan maklumat dan amat berguna dalam urusan harian seperti perbankan, system tanpa tiket (cth : Tol dan LRT) dan sebagainya.

Telah dibuktikan bahawa bahan ini boleh diaplikasikan dalam pelbagai kegunaan seperti peranti, antenna, perakam suara dan pelbagai peralatan elektrik.

Perkembangan pesat teknologi dan penggunaan komunikasi elektronik dan komputer telah memberikan sumbangan besar kepada kehidupan manusia. Bagaimanapun perkembangan ini telah menghasilkan satu bentuk pencemaran electromagnet (EMI). Setakat ini bahan komposit bermagnet adalah antara bahan yang dapat menyerap atau menumpas isyarat EMI yang tidak diperlukan.

Komposit-komposit tersebut berpotensi digunakan sebagai bahan penyerap pada radar pengesan berasaskan sifat magnet dan elektrik yang boleh diubah-ubah bagi membolehkan bahan tersebut menyerap tenaga gelombang mikro pada jalur frekuensi yang tertentu. Bahan penyerap radar adalah diperlukan kerana:

- i. pelbagai sistem elektronik yang digunakan dalam kenderaan pada masa ini menyebabkan wujudnya gangguan gelombang elektromagnet. Masalah yang dihadapi termasuklah kesalahan imej, penambahan gangguan dalam radar dan mengurangkan prestasi gandingan sistem ke sistem.
- ii. Teknologi canggih ini juga digunakan dalam sistem peperangan, bahan penyerap radar sangat sesuai digunakan untuk mengurangkan keratan rentas radar.

KESIMPULAN

Bahan komposit bermagnet dan kertas magnet sangat berpotensi untuk dimajukan dan dijadikan suatu bahan komersial pada masa akan datang. Kajian yang lebih terperinci dan mendalam perlu dilakukan supaya kelebihan atau kebaikan bahan ini dapat diperkembangkan penggunaannya.

RUJUKAN

- Alinec, B. 1987. *Colloids and Surfaces*. **23**: 199 – 210.
- Alinec, B. 1988. *Colloids and Surfaces*. **33** : 279 – 288.
- Alinec, B. Petlicki, J. & van de Ven, T. G. M. 1991. *Colloids and Surfaces*. **59**: 265 – 277.
- Ashida, M. & Guo, W. 1993. *Journal Applied Polymer Science*. **49** : 573 – 582.
- Casey, J. P. 1981. *Pulp and Paper – Chemistry and Chemical Technology*, Third Edition, Vol. III. John Wiley and Sons.
- Ebbs, G. 1992. *New Scientist*. **136**(1844) : 22.
- Felix, J. M. & Gatenholm, P. 1991. *Journal Applied Polymer Science*. **42** : 609 – 620.
- Fiske T.J ., Goktruk H. S. & Kalyon D. M. 1997. *Journal Applied Polymer Science*. **32** : 5551 - 5560.
- Foster, J. J. & Ogden, R. W. 1998. Lumen Loading of Hygienic End Use Paper Fibers. U. S. Patent No. 5,759,349.
- Garcia, J. A. C. & Quintela, M. A. L. 1999. *Tappi Journal*. **82**(3) : 189 – 195.
- Geethamma, V. G., Reethamma, J. & Thomas, S. 1995. *Journal Applied Polymer Science*. **55** : 583 – 594.
- Goldman, A. 1990. *Modern ferrite technology*. New York : Van Nostrand Reinhold.
- Goldman, A. 1999. *Handbook of modern ferromagnetic materials*. Boston : Kluwer Academic Publishers
- Green, H. V., Fox, T. J., & Scallan, A. M. 1982. *Paper Canada*. **83** (7) : 203 – 207.
- Green, H. V., Fox, T. J., & Scallan, A. M. 1985. Lumen –loaded Paper Pulp, Its Production and Use. U. S Patent No. 4,510,020.

- Hon, D. N. S. & Chao, W. Y. 1993. *Journal Applied Polymer Science*. **50** : 71 – 81.
- Hull, D. 1981. *An introduction to composite materials*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Ishak, Z. A. M. & Bakar, A. A. 1995. *Journal Eur. Polymer* : **3** : 259 – 269.
- Iwasaki, S. nagasawa, O. takano, T. & Matsumoto, S. 1980. Magnet Paper sheet and a Method for Manufacturing the Same. U. S. Patent No. 4,234,378.
- Kamiti, M. & van de Ven, T. G. M. 1994. *Journal of Pulp and Paper Science*. **20**(7) : 199 - 205.
- Karmaker, A. & Schneider, A. P. 1996. *J. Material Science Letter*. **15** : 201 – 202.
- Kondo, M. 1985. Paper Containing Magnetic Powder. Japan patent No. 200,000/85.
- Marchessault, R. H. Rioux, P. & Ricard, S. 1992. Preparation and Synthesis of Magnetic Fibers. U. S. Patent No. 5,143,583.
- Middleton, S. R. & Scallan, A. M. 1985. *Colloids and Surfaces*. **16** : 309 – 322.
- Middleton, S. R. & Scallan, A. M. 1989. *Journal of Pulp and Paper Science*. **15**(6) : 229 – 235.
- Miller, M. I. & Paliwal, D. C. 1985. *Journal of Pulp and Paper Science*. **11**(3) : 84 – 88.
- Mustaffa, A. 1991. *Sains Bahan. Jilid. 1*. Kuala Lumpur : Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Osawa Z., Kawauchi K., Iwata M. & Harada H. 1988. *Journal Materials Science*. **23** : 2637 - 2644.
- Petlicki, J., & van de Ven, T. G. M. 1994. *Colloids and Surfaces*. **83** : 9 – 23.
- Petlicki, J., & van de Ven, T. G. M. 1994. *Journal of Pulp and Paper Science*. **20**(2) : 375 - 382.
- Raymond, L., Revol, J. F., Ryan, D. H. & Marchessault, R. H. 1994. *Chemistry of Materials*. **6** : 249 – 255.

- Razman, H. D., Peng, G. B. & Mohd Ishak, H. A. 1998. *Journal Applied Polymer Science*. **70** : 2647 – 2655.
- Ricard, S., & Marchessault, R. H. 1990. Materials Research Soc. Symp. Proc. 197 : 319 – 324. Pittsburgh, P. A.
- Rioux, P., Ricard, S. & Marchessault, R. H. 1992. *Journal of Pulp and Paper Science*. **18**(1) : 39 –43.
- Stefcova P. & Schatz, M. 1983. *Rubber Chemistry and Tech.* **56** : 322 - 326.
- Valenzuela, R. 1994. *Magnetic ceramics*. New York : Cambridge University Press.
- Wang, L., Feng, L. X. & Yang, S. L. 1999. *Journal Applied Polymer Science*. **71** : 2087 - 2090.
- Younan, A. F., Ismail, M. N. & Yehia, A. A. 1992. *Journal Applied Polymer Science*. **45** : 1967 – 1971.