

PENURUNAN KEKERUHAN EFLUEN INDUSTRI MINYAK SAWIT (EIMS) OLEH KOAGULAN KONVENSIONAL DAN KITOSAN

Mat B Zakaria*, M.J. Jais, Wan-Yacob Ahmad, Mohd Rafidi Othman
dan ^aZainal Abidin Harahap

Pusat Pengajian Sains Kimia dan Teknologi Makanan,
Universiti Kebangsaan Malaysia
43600 UKM Bangi, Selangor, D.E., Malaysia

^aAllahyarham, dengan alamat terakhir,
Fakultas Teknik, Universitas Shiah Kuala Darussalam
Banda Aceh 23111, Indonesia.

ABSTRAK

Kertas ini mengandungi laporan mengenai kajian keberkesanan agen koagulan alum, polialuminium klorida dan kitosan dalam menurunkan kekeruhan efluen industri minyak sawit (EIMS). Kekeruhan sampel EIMS yang dirawat menurun dengan banyaknya berbanding dengan sampel EIMS yang tidak dirawat. Kitosan didapati lebih berkesan sebagai koagulan dan tidak bergantung kepada pH sampel EIMS berbanding dengan alum dan polialuminium klorida.

Kata kunci: Kekeruhan, EIMS, agen konvensional, kitosan.

ABSTRACT

The study on the effectiveness of conventional agents and chitosan in reducing the turbidity of palm oil mill effluent (POME) is reported. The turbidity of treated POME was greatly reduced. Chitosan was found more effective as coagulant and was pH-independent compared to alum and polyaluminium chloride.

Keywords: Turbidity, POME, conventional agents, chitosan.

PENGENALAN

Minyak sawit adalah hasil eksport penting kepada beberapa buah negara pengeluar termasuk Malaysia. Peningkatan pengeluaran minyak sawit membawa kepada pertambahan pengeluaran efluen industri minyak sawit (EIMS). Bagi setiap tandan buah sawit segar yang diproses, 65-70 % dikeluarkan sebagai efluen mentah oleh kilang minyak sawit (KMS) manakala sisa lain terdiri dari tandan kosong, sabut dan tampurung (Zin & Abdul Halim 1989). EIMS mengandungi kepekatan yang tinggi bagi bahan organik dan pepejal terampai di samping mempunyai warna dan bersifat asid. Bagi mengelakkan masalah pencemaran serta untuk mematuhi piawaian alam sekitar (Maheswaan 1984) maka EIMS perlu dirawat terlebih dahulu sebelum dilepaskan ke dalam saluran atau sungai. Proses perawatan yang dilakukan sekarang adalah merupakan proses konvensional/biologi yang melibatkan tindakan aerobik, anaerobik dan fakultatif (Ngan et al. 1982). Walau bagaimanapun, masa perawatan yang diperlukan adalah agak lama iaitu sehingga 120 hari dan ia memerlukan kolam/tangki perawatan yang sangat besar. Oleh itu, sebarang pembangunan kaedah baru dalam perawatan EIMS mestilah mengambil kira faktor masa dan kos perawatan. Kajian perawatan EIMS boleh juga dijalankan melalui proses kimia menggunakan kitosan (poli[β -(1,4)-2-amino-2-deoksi-D-glukan]) serta agen koagulan konvensional alum (aluminium sulfat) dan polialuminium klorida. Ini kerana alum dan polialuminium klorida merupakan agen sintetik komersial yang biasa digunakan untuk merawat air di loji-loji perawatan air tempatan serta untuk merawat air buangan (Liu & Lien 2001,

Gregory & Dupon 2001). Penggunaan kitosan dalam perawatan air (Kawamura 1991) dan efluen industri telah banyak diterokai seperti efluen industri keju (Wu et al. 1978), logam berat (Galun et al. 1983, Yaku & Koshishima 1973), makanan (Kume & Takehisa 1982, Milazzo 1982, Bough et al. 1976) dan industri kimia (Muzzarelli et al. 1980). Kertas ini mengandungi laporan mengenai kajian keberkesanan kitosan, alum dan polialuminium klorida (Locron S dan PAC J) dalam merawat EIMS.

KAEDAH

Pengambilan dan pengawetan sampel EIMS

Sampel efluen industri minyak sawit (EIMS) diambil daripada dua buah kilang minyak sawit yang berada tidak jauh dari makmal iaitu kilang Seri Ulu Langat Sdn. Bhd., Dengkil, Selangor dan kilang Golden Hope Plantations Berhad, Dusun Durian, Banting, Selangor. Sampel yang diambil merupakan air buangan kilang sebelum dilepaskan ke kolam-kolam perawatan dan air buangan kilang dalam kolam perawatan akhir sebelum dilepaskan ke kawasan persekitaran. Bacaan pH sampel EIMS diukur dengan segera sebaik saja ia diambil. Sampel EIMS untuk analisis kekeruhan di simpan terlebih dahulu di tempat gelap selepas dipungut dan digunakan dalam masa tiga jam (APHA-AWWA-WPCF 1980).

Penyediaan larutan koagulan

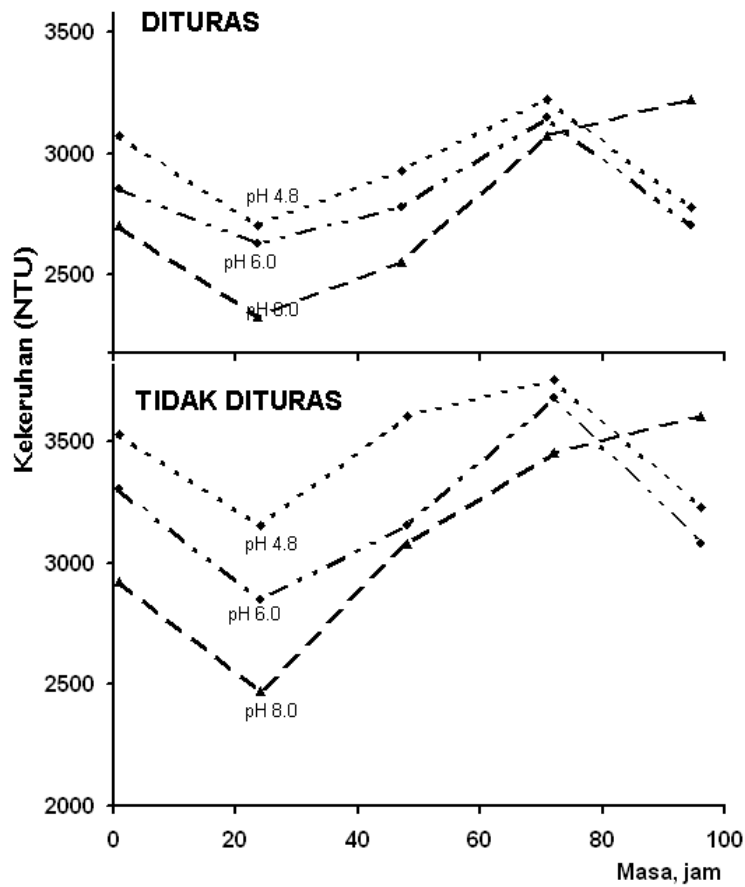
Kitosan (88.1 % pendeasetilan) disediakan dari kitin kulit udang mengikut kaedah lazim (e.g. Alimuniar & Zainuddin 1992, E.I. du Pont de Nemours & Co. 1936, Rigby 1936). Alum dan dua jenis polialuminium klorida iaitu PAC J dan Locron S diperolehi dari Taliworks Consortium Sdn. Bhd., Air Hitam, Selangor. Kepada 10 g serbuk kitosan ditambah 500 mL larutan asid asetik 1 %; ia dikacau sehingga semua kitosan larut dan larutan dicairkan ke 1000 mL untuk menghasilkan larutan stok 10,000 mg L⁻¹. Larutan stok 10,000 mg L⁻¹ masing-masing bagi alum, PAC J dan Locron S disediakan mengikut cara sama tetapi tanpa melibatkan asid asetik. Larutan koagulan pada kepekatan 500, 1000, 1500, 2000 dan 2500 mg L⁻¹ disediakan menerusi pencairan larutan stok masing-masing.

Pengukuran nilai kekeruhan dalam perawatan sampel EIMS

Sampel efluen industri minyak sawit (EIMS) dalam kajian ini melibatkan satu bateri sampel EIMS asal pH 4.8 dan dua bateri sampel EIMS asal yang dilaraskan pH kepada 6 dan 8 menggunakan larutan NaOH 1 M. Setiap bateri sampel di atas mengandungi satu bateri sampel EIMS yang tidak dituras dan satu bateri sampel EIMS yang dituras. Sampel EIMS yang dituras bermaksud sampel diempar terlebih dahulu selama 30 minit dengan alat pengempar MSE Major sebelum dituras. Seterusnya disediakan satu bateri lima bikar 500 ml yang dimasukkan 250 mL sampel EIMS di atas dan 250 mL larutan koagulan di atas. Satu bateri satu bikar lain dimasukkan 500 mL sampel EIMS di atas sebagai kawalan. Setiap larutan dari bateri enam bikar di atas dimasukkan ke dalam balang ujian piawai Hazen Flocc-Tester EFT-2-6 untuk dikacau serentak pada 100 rpm (7 min), 30 rpm (13 min) dan 20 rpm (20 min). Flok yang terbentuk dibiarkan mendap sebelum kekeruhan supernatan dalam unit NTU diukur menggunakan Hach Turbidimeter 2100A pada masa pemendapan 1, 24, 48, 72 dan 96 jam.

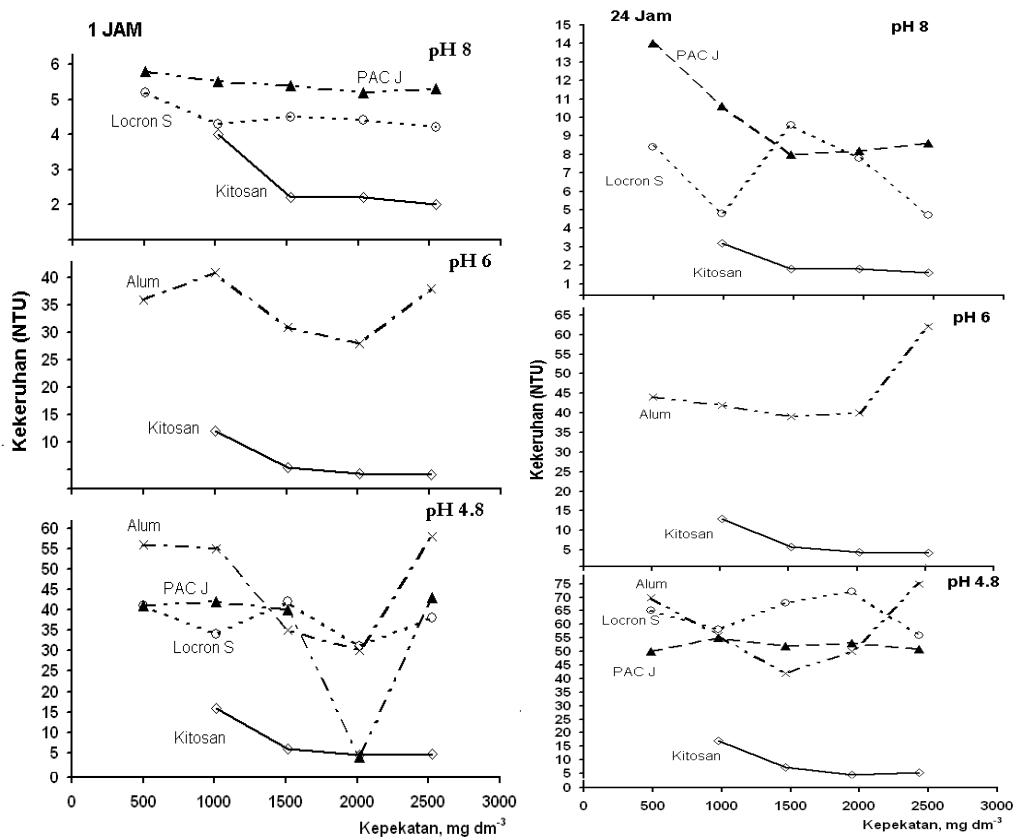
KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Daripada Rajah 1 didapati nilai kekeruhan untuk sampel EIMS kawalan yang tidak dituras dan yang dituras adalah menurun pada masa pemendapan dari 1 ke 24 jam dan menaik pada masa pemendapan dari 24 ke 48 ke 72 jam sebelum menurun bagi pH 4.8 dan 6 tetapi terus menaik bagi pH 8 pada masa pemendapan dari 72 ke 96 jam. Pertambahan dan penurunan kekeruhan tersebut hanya berlaku secara perlahan. Daripada Rajah 1, kecuali bagi pH 8 pada masa pemendapan dari 72 jam dan ke atas, didapati pada masa pemendapan sama, kekeruhan bagi sampel EIMS kawalan pada pH rendah adalah lebih tinggi dari sampel EIMS kawalan sepadan pada pH tinggi. Di samping itu, pada pH dan masa pemendapan sama, kekeruhan bagi sampel EIMS kawalan yang dituras adalah rendah 6-17 % berbanding dengan sampel sepadan yang tidak dituras. Dengan tabii EIMS yang mengandungi banyak pepejal terampai, perawatannya sewajarnya bermula dengan suatu kaedah pemisahan fizikal pepejal tersebut, misalnya secara emparan. Berikutan dengan itu, hasil eksperimen yang dipaparkan kesemuanya adalah bagi sampel EIMS yang bertapis (dituras).



Rajah 1. Kekeruhan EIMS kawalan (i.e. tanpa penambahan koagulan) selama sehingga 96 jam pada pelarasan pelbagai pH.

Secara umum seperti yang ditunjukkan oleh Rajah 2 hingga Rajah 4, kekeruhan sampel EIMS menurun setelah dirawat dengan kitosan, polialuminium klorida dan alum. Walau bagaimanapun ia tidak mengikut trend turun-naik seperti bagi sampel EIMS kawalan. Dari empat koagulan yang digunakan, hanya kitosan yang masih menunjukkan kekeruhan relatif tinggi pada kepekatan koagulan rendah 500 dan 1000 mg L⁻¹. Bagi kitosan pada kepekatan 1500, 2000 dan 2500 mg L⁻¹ dan bagi Locron S, PAC J dan Alum pada semua kepekatan (500 ke 2500 mg L⁻¹), nilai turun-naik kekeruhan masing-masing tidaklah terlalu besar. Kekeruhan menggunakan koagulan polialuminium klorida dan alum pada umumnya bergantung kepada pH sampel EIMS di mana sampel EIMS pada pH rendah (4.8) mempunyai kekeruhan agak tinggi diikuti kekeruhan menurun pada pH tinggi (6 dan 8). Keadaan ini didapati selari seperti kekeruhan sampel EIMS kawalan. Sebaliknya, pH sampel EIMS tidak memberi kesan terhadap kekeruhan sampel EIMS yang dirawat dengan kitosan di mana ia ternyata rendah berbanding koagulan konvensional. Jika dilihat dari Rajah 2 hingga Rajah 4, didapati sampel EIMS pada pH 4.8 dan 6 setelah dirawat dengan koagulan kitosan menunjukkan kekeruhan rendah berbanding kekeruhan sampel EIMS pada pH 8. Masa pemendapan yang lama pada umumnya tidak banyak membantu menurunkan kekeruhan sampel EIMS oleh mana-mana koagulan. Kekeruhan sampel EIMS yang dirawat dengan kitosan, alum, Locron S dan PAC J jauh lebih rendah berbanding dengan kekeruhan sampel EIMS yang dirawat secara biologi (120 NTU).



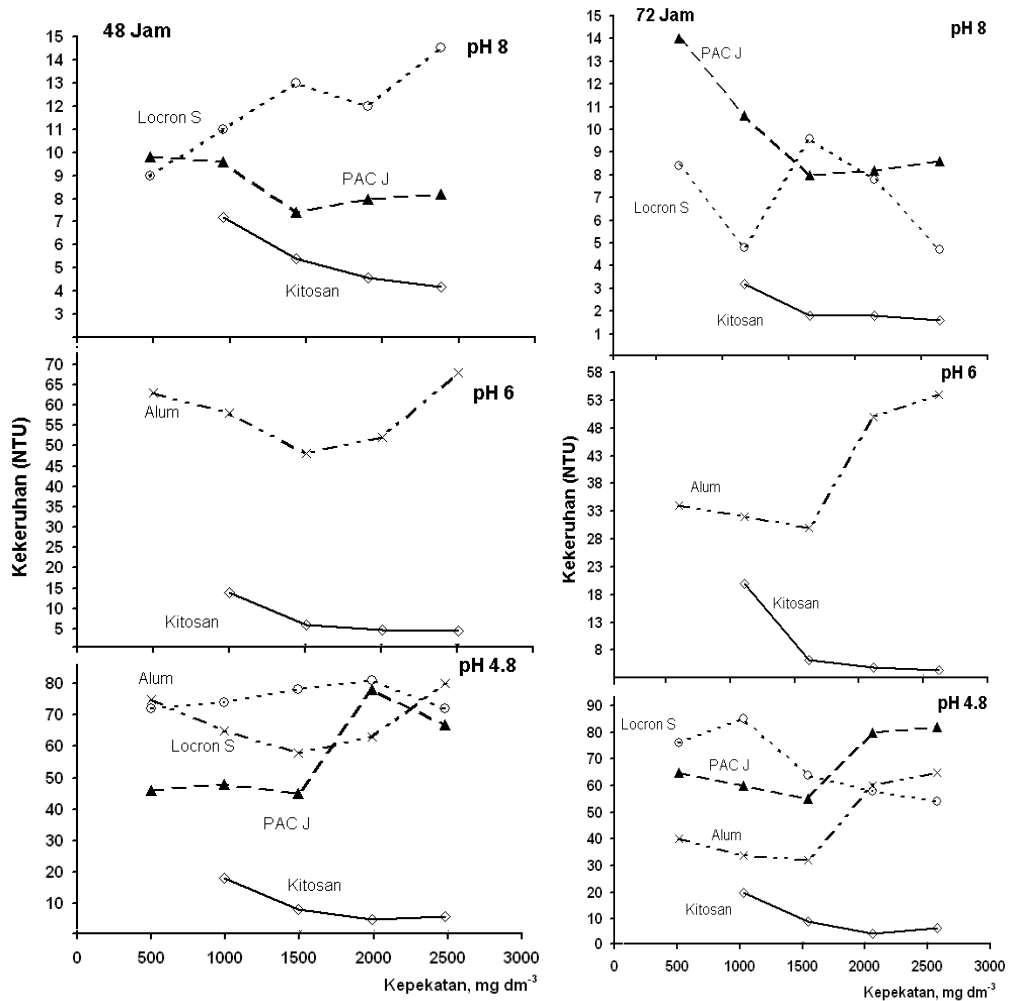
Rajah 2. Penurunan kekeruhan EIMS oleh koagulan selepas 1 dan 24 jam rawatan.

KESIMPULAN

Dari kajian ini dapat disimpulkan bahawa kitosan didapati lebih berkesan sebagai perawat EIMS berbanding koagulan konvensional Locron S, PAC J dan alum. Selain dari itu, sampel EIMS tidak perlu dilaraskan pH terlebih dahulu sebelum ditindakkan dengan larutan kitosan. Oleh kerana masa pemendapan flok yang lama tidak membantu pemendapan maka masa pemendapan selama satu jam didapati sudah mencukupi. Namun begitu, beberapa parameter air terutama BOD dan COD perlu diperbaiki seterusnya bagi memenuhi piawaian alam sekitar.

RUJUKAN

- Alimuniar, A. & R. Zainuddin. 1992. An economical technique for producing chitosan. In C.J. Brine, P.A. Sanford & J.P. Zikakis (Eds), *Advances in Chitin and Chitosan*, pp. 627-632. London: Elsevier.
- Baugh, W.A., D.R. Landes, J. Miller, C.T. Young & T.R. McWhorter. 1976. Utilization of chitosan for recovery of coagulated by-products from food processing wastes and treatment systems. *Proc. Natl. Symp. Food Process. Waste*, 6th., pp. 22-48.
- APHA, AWWA and WPCF. 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 17th. Edition.
- E.I. du Pont de Nemours & Co. 1936. Chitin compounds. GB 458839.



Rajah 3. Penurunan kekeruhan EIMS oleh koagulan selepas 48 dan 72 jam rawatan.

Galun, M., P. Keller, D. Malki, H. Feldstein, E. Galun, S.M. Siegel & B.Z. Siegel. 1983. Removal of uranium(VI) from solution by fungal biomass and fungal wall-related biopolymers. *Science* **219**: 285-286.

Gregory, J & V. Dupon. 2001. Properties of flocs produced by water treatment coagulants. *Water Science and Technology* **44**: 231-236.

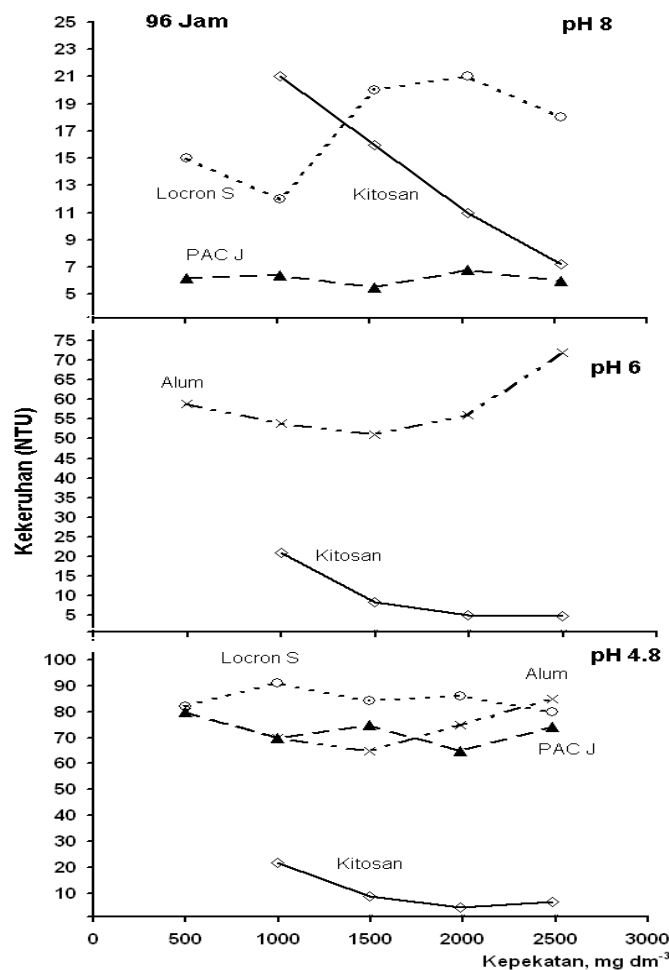
Liu, J.C. & C.S. Lien. 2001. Pretreatment of bakery wastewater by coagulation-flocculation and dissolved air flotation. *Water Science and Technology* **43**: 131-137.

Kawamura, S. 1991. Effectiveness of natural polyelectrolytes in water treatment. *J. AWWA*, **83**: 88-91.

Kume, T. & M. Takehisa. 1982. Recovery of proteins from wastewater and the irradiation effect. *Shokuhin Shosha* **17**(1-2): 28-31.

Maheswaran, A. 1984. Legislative measures in the control of palm oil mill effluent discharge. *Proceedings of the Workshop on Review of Palm Oil Mill Effluent Technology*, pp. 1-10. Kuala Lumpur: PORIM.

Milazzo, A. 1982. Use of chitosan as a flocculant in industrial effluents from lobster-processing plants. *Riv. Mercol.* **21**(4): 349-354.



Rajah 4. Penurunan kekeruhan EIMS oleh koagulan selepas 96 jam rawatan.

- Muzzarelli, R.A.A., F. Tanfani, G. Scarpini & E. Tucci. 1980. Removal and recovery of cupric and mercuric ions solutions using chitosan-glucan from *Aspergillus niger*. *J. Appl. Biochem.* **2**(1): 54-59.
- Ngan, M.A., C.C. Sing, C.K. John, A. Ibrahim & Z. Isa. 1982. Disposal of Palm Oil Mill Effluent in Malaysia – A Survey. *The Palm Oil in Agriculture in the Eighties*, Vol. II, pp. 571-581. Kuala Lumpur: Porim and Incorporated Society of Planters.
- Rigby, G.W. 1936. Deacylated chitin and salts of same. US 2040879.
- Wu, A.C.M., W.A. Bough, M.R. Holmes & B.E. Perkins. 1978. Influence of manufacturing variables on the characteristics and effectiveness of chitosan products. III. Coagulation of cheese whey solids. *Biotechnol. Bioeng.* **20**(12): 1957-1966.
- Zakaria, M.B., M.J. Jais, A. Alimuniar, Z.A. Harahap & W.S.W. Ngah. 1995. Chitosan as a chemical agent in the treatment of water and wastewaters. In M.B. Zakaria, W.M. Wan Muda & M.P. Abdullah (Eds), *Collection of Working Papers 28: Chitin and Chitosan – The Versatile Environmentally Friendly Modern Materials*, pp. 275-282. Bangi: Universiti Kebangsaan Malaysia.
- Zin, Z.Z. & H. Abdul Halim. 1989. The control of palm oil mill effluent – Malaysian's experience. In P. Naiboho & P.L. Tobing (Eds), *Proceeding of National and Management of Palm Oil and Rubber Mill Waste*, pp. 51-65. Medan: Balai Penelitian Perkebunan.
- Yaku, F & T. Koshishima. 1973. Removal and recovery of heavy metal ions from waste water. JP 48016863. †