



ANALISIS PENGOLAHAN LIMBAH PADAT TAHU TERHADAP ALTERNATIF INDUSTRI PANGAN SOSIS (GRADE B)

Analysis of Tofu Solid Waste Processing for the Alternative of Sausage Food Industry (Grade B)

Ibnu Sina¹, Untung Nugroho Harwanto² dan Zakki Rosmi Mubarak²

¹ Department Manajemen, Fakultas Ekonomi, Universitas Pamulang,
Jl. Surya Kencana No. 1, Pamulang, Tangerang Selatan 15417

² Department Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang
Jl. Witanaharja, Pamulang, Tangerang Selatan 15417
Email : ibnu.sina@unpam.ac.id

Received : 9 Desember 2020; Accepted : 18 Januari 2021; Publish : Januari 2021

ABSTRAK

Studi literatur menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam ampas tahu masih tinggi, akan tetapi pemanfaatan limbah ini masih tergolong rendah oleh masyarakat. Sejauh ini pemanfaatan ampas tahu masih banyak dipakai sebagai bahan pakan ternak. Beberapa alasan kenapa masyarakat tidak memanfaatkan ampas tahu adalah faktor pendanaan, peralatan, waktu dan kekhawatiran terkait memulai bisnis sendiri. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat pra-rancangan pabrik pengolahan ampas tahu menjadi agregat produk multiguna seperti sosis yang digerakkan oleh komunitas masyarakat pengusaha tahu. Tahap metode dalam penelitian ini adalah pembuatan skema proses dan product yang *feasible*, analisis limbah padat tahu dalam bentuk *paper project* dan pembuatan prototype produksi sosis skala rumah tangga. Hasil penelitian ini mampu menghasilkan *role model* pemanfaatan ampas tahu yang lebih bernilai ekonomis namun masih tetap memenuhi standar dan kualitas kewajaran. Hasil *role model* akan disosialisasikan dengan menjangkau komunitas-komunitas pengusaha tahu agar saling berkolaborasi sehingga pemanfaatan ampas tahu bernilai ekonomis yang tinggi dapat dilakukan secara lebih *massive*, terstruktur dan sistematis.

Katakunci: pengolahan limbah, ampas tahu, alternatif pangan, sosis,

ABSTRACT

Literature studies show that the nutrient content in tofu pulp is still high; however the utilization of this waste is still relatively low by the community. Nowadays, tofu dregs is still widely used as an ingredient for animal feed. Some of the reasons why people don't take advantage of tofu waste are consists of the funding, equipment, time and worries related to starting their own business. The aims of this study is to make a pre-designed tofu dregs processing plant into a multipurpose product aggregate such as sausages driven by the tofu business community. The method stage in this research is making a feasible product and process scheme, analyzing tofu solid waste in the form of a paper project and making a household scale sausage production prototype. The results of this study are able to produce a role model for tofu dregs utilization which is more economically valuable but still meet the standard and quality of reasonableness. The results of the role model will be disseminated by reaching out to tofu entrepreneur communities to collaborate with each other so that the utilization of tofu with high economic value can be carried out more massively, structurally and systematically.

Keywords: waste processing, tofu pulp, alternative food, sausage



PENDAHULUAN

Produk samping dari tahu yang berupa padatan disebut sebagai ampas tahu. Ampas tahu akan menghasilkan bau yang busuk jika tidak dimanfaatkan, terutama sejak 12 jam ampas tahu tersebut dihasilkan. Hal ini dikarenakan dalam ampas tahu masih terdapat kandungan protein yang cukup tinggi. Diperkirakan dalam tiap gram ampas tahu masih terdapat 0,26 gram protein. Ampas tahu masih banyak mengandung protein dengan kadar yang cukup tinggi, hal ini disebabkan pada proses pembuatan tahu tidak semua protein kedelai dapat terekstrak. Kebanyakan industri tahu di Indonesia menggunakan peralatan yang masih sangat sederhana sehingga cara ekstraksi dan pengumpulan proteinnya kurang sempurna.

Kesadaran terkait pemanfaatan ampas tahu oleh masyarakat pada umumnya dan pengusaha tahu pada khususnya masih tergolong rendah. Hampir semua pabrik tahu di Indonesia disinyalir membuang langsung limbah cairnya dan hanya beberapa pabrik yang memanfaatkan limbah padatnya sebagai makanan ternak atau dijual kepada pedagang oncom dan gembus dengan harga yang relatif rendah. Masyarakat pelaku industri tahu sebagian besar masih memanfaatkan ampas tahu untuk bahan baku pembuatan tempe gembus dan untuk

pakan ternak seperti sapi atau babi. Namun pemanfaatan ampas tahu sebagai bahan baku pembuatan tempe gempus belum optimal. Dilihat dari harga ekonomi, tempe gembus memiliki nilai yang rendah ditambah lagi dengan factor selera masyarakat yang cenderung tidak menyukai tekstur dan rasa.

Apabila limbah padat tahu diolah secara variatif dengan turunan produk yang memperhatikan syarat mutu, maka akan membuka peluang untuk meningkatkan nilai ekonomisnya. Di samping itu dengan adanya gerakan pengolahan ampas tahu ini maka resiko pencemaran oleh limbah tahu ke lingkungan pun bisa dikurangi. Kalangan pengusaha tahu baik skala rumahan maupun yang lebih besar dapat memanfaatkan peluang usaha di balik pengolahan ampas tahu ini menjadi produk sampingan yang lebih bernilai.

Karakterisasi Ampas Tahu

Ampas tahu adalah proses hasil dari proses tahu. Ampas tahu mempunyai kadar protein yang lumayan tinggi yaitu sebesar 26,6% pada kadar air 9% [1]. Kadar protein ampas tahu memiliki juga cukup tinggi serta banyak mengandung serat dan cukup mudah diperoleh dari hasil proses tahu. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa nugget yang terbuat dari bahan dasar ampas tahu ternyata memiliki kadar protein sebesar 89% dan lemak sebesar 3,7% [2]. Apabila menganalisa dari komposisi kimia dari ampas tahu,



didapati bahwa hal tersebut merupakan sumber protein yang cukup besar. Komposisi daging tahu ternyata mempunyai kualitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai murni. Nilai biologis juga lebih tinggi yang dimiliki oleh ampas tahu dibandingkan dengan kedelai murni., karena bahan ini berasal dari kedelai yang sudah melalui proses pemasakan terlebih dahulu.

Ampas tahu merupakan hasil limbah daripada proses tahu pada waktu dibuat. Bentuknya agak padat apabila diperhatikan lebih seksama, warnanya putih dan hal tersebut didapatkan pada saat ampas kedelai disaring setelah diperas terlebih dahulu. Rata-rata berat dari ampas tahu ialah 1,12 kali lebih banyak dari berat kedelai kering, sementara volumenya 1,5 - 2 kali lipat dari volume kedelai biasa [3]. Maka apabila dilihat dari angka tersebut, 1 kg kedelai yang dalam proses pembuatan tahu akan menghasilkan 1,2 kg ampas tahu.

Hasil dari industry pangan ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan pakan yang mempunyai nilai gizi tinggi, yaitu 8,66% protein, 3,79% lemak, 51,63% air dan 1,21% abu [1] [4]. Selain itu, ampas tahu ternyata mengandung unsur mineral mikro dan makro, untuk mikro sebesar; Fe 200-500 ppm, Mn 30-100 ppm, Cu 5-15 ppm, Co kurang dari 1 ppm, Zn lebih dari 50 ppm. Kandungan tahu segar memiliki berat kadar air sekitar 84,5%.

Kadar air yang tinggi dapat menyebabkan umur simpan yang pendek. Ampas tahu basah tidak tahan disimpan dan akan cepat menjadi asam dan busuk selama 2-3 hari, sehingga ternak tidak menyukainya lagi. Ampas tahu kering mengandung air sekitar 10,0 - 15,5%, sehingga umur simpan tahu lebih lama dibandingkan ampas tahu segar. Proses isolasi dan karakterisasi protein ampas tahu diharapkan dapat meningkatkan nilai tambah ampas tahu, mengetahui karakteristik protein ampas tahu dan sebagai upaya pengadaan bahan makanan berprotein [5]

Tabel 1. Kandungan Gizi Ampas Tahu

Kandungan Gizi	Ampas Tahu	Tepung Ampas Tahu	Tepung Terigu
Energy (kal)	393	414	364
Protein (g)	17,4	23,25	10
Lemak (g)	5,9	5,87	1
Karbohidrat (g)	67,5	26,92	76
Serat Kasar (g)	3,23	16,53	2,7

Protein yang terdapat pada ampas tahu apabila ditangai secara cermat tidak akan mengalami banyak kerusakan. Salah satu cara penanganan yang baik adalah dengan memanen (mengisolasi) protein dalam ampas dan membuatnya menjadi tepung protein dalam bentuk konsentrat maupun isolate tergantung dari besarnya kadar protein yang dihasilkan. Selanjutnya dilakukan karakterisasi pada sifat-sifat protein ampas tahu tersebut sehingga dapat diketahui sifat-sifat fungsional yang baik pada protein ampas tahu. Cara ini



diharapkan mampu memberikan nilai tambah bagi ampas tahu dan sebagai usaha pangadaaan pangan berprotein.

Kelemahan Ampas Tahu

Hasil pengolahan dari limbah tahu memiliki beberapa kekurangan, yang mana salah satunya adalah menimbulkan bau yang tidak enak. Apabila masalah ini tidak diatasi dengan baik maka pastinya akan berpengaruh secara langsung pada sifat organoleptik. Industri tahu menghasilkan limbah cair dan padat, seringkali menimbulkan bau yang tidak enak terutama limbah padat dan sering kali warga mengeluh tentang hal tersebut.

Daging tahu memiliki kelemahan sebagai bahan pakan yaitu kandungan serat kasar dan airnya yang tinggi. Kandungan serat kasar yang tinggi membuat bahan pakan tersebut sulit dicerna oleh itik dan kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan umur simpannya menjadi lebih pendek.

Pemanfaatan Ampas Tahu

Dewasa ini lebih banyak industri tahu memanfaatkan limbahnya dengan menjual olahan limbah kepada peternak, pedagang oncom dan gembus. Tetapi saat ini ampas tahu dalam penggunaannya mulai banyak digunakan dalam aplikasi makanan seperti pembuatan tepung kaya serat dan protein, pembuatan cookies, sosis dan nugget [6]. Hasil olahan tahu juga banyak digunakan sebagai pakan ternak (sapi dan babi) atau

bahkan dibuang begitu saja tanpa memperhatikan hasil dari pembuangan limbah tersebut. Hasil olahan tahu/ampas dapat dipergunakan sebagai alternatif daging ayam dalam pembuatan nugget [2]. Ampas tahu merupakan limbah padat yang diperoleh dari proses pembuatan tahu dari kedelai. Yang dibuat tahu adalah susu cair atau kedelai yang telah dipisahkan dari kain saring. Apabila melihat komposisi kimianya, ampas tahu dapat digunakan sebagai sumber protein. Kandungan protein dan lemak yang ada di ampas tahu lumayan tinggi namun kandungan tersebut berbeda-beda untuk tiap tempat dan cara pengolahan.

Beberapa melaporan kandungan ampas tahu sebesar 8,66% protein; lemak 3,79%; 51,63% air dan 1,21% abu, sehingga dapat diperkirakan ampas tahu bisa jadi diolah menjadi bahan makanan untuk pakan ternak. Ampas tahu adalah sisa-sisa barang yang sari atau pati telah diekstraksi atau limbah industri makanan yang telah mengalami proses ekstraksi melalui proses pengolahan basah seperti kecap, ampas tahu, ampas bir, dan ampas singkong. Masyarakat kita secara keseluruhan juga memanfaatkan ampas tahu sebagai bahan makanan sapi/kambing serta sebagian dimanfaatkan sebagai bahan pokok dalam membuat gembus.



Modifikasi Ampas Tahu

Produk pangan yang diperoleh dari campuran daging giling dan tepung atau pati dengan tambahan bumbu adalah sosis. Perusahaan swasta yang melakukan survei independen menunjukkan data bahwa konsumsi sosis oleh masyarakat Indonesia tumbuh rata-rata 4,46% per tahun. Bahan baku yang digunakan untuk membuat sosis biasa terdiri dari bahan utama dan bahan tambahan. Bahan utamanya seperti daging dan bahan tambahannya adalah bahan pengisi, pengikat, bumbu, penyedap, dan bahan makanan lain yang telah mendapat izin [7]. Terdapat dua proses dalam pembuatan tahu yang mempengaruhi kualitas ampas tahu. Pertama, bubur kedelai dimasukkan sebelum disaring kemudian dilanjutkan dengan proses kedua, yaitu bubur kedelai disaring terlebih dahulu kemudian direbus, seperti pada pembuatan tahu Cina. Pulp yang diperoleh dari metode kedua, kandungan protein pada pulp akan lebih tinggi dibandingkan bubur yang telah direbus. Dari segi daya tahan, ampas yang dihasilkan dengan cara direbus memiliki derajat keawetan yang lebih tinggi dibandingkan ampas yang dihasilkan tanpa perebusan. Namun, daya tahannya tidak lebih dari 24 jam di tempat terbuka [1].

BAHAN DAN METODE

Fase Pre Treatment

Pada tahapan ini dimulai dengan transportasi ampas tahu dari pabrik industri

tahu menuju lab untuk di proses. Kemudian ampas tahu dibuat menjadi 8 sample dengan massa masing-masing sekitar 50gram. Sehingga didapat total sample untuk proses ini sekitar 400 gram. Selanjutnya sample di larutkan dengan aquadest sebanyak 62,5 mL. Buat larutan enzim α -amylase dengan konsentrasi 10% (5 mL) dan larutan baku NaOH 1 M kemudian dilakukan pengenceran 0,1 N (50 mL). Sampel yang sudah ditimbang kemudian dipanaskan ke dalam waterbath dengan suhu 60 °C. Ukur suhu dalam sampel, jika suhu sudah mencapai >40 °C masukan larutan enzim ke dalam sampel.

Fase Hidrolisis

Sampel yang sudah dicampur dengan enzim dipanaskan pada waterbath selama 9 jam. Suhu di atur pada suhu 60 °C, karena suhu aktivasi enzim α -amylase berada pada range suhu 40 s/d 60 °C. Sampel yang sudah dipanaskan selama 9 jam dipisahkan crude dari larutannya untuk diuji TDS dan kadar gulanya. Crude dibilas sebanyak 3 kali sampai tekstur ampas tahu menjadi padat, lalu ditimbang.

Fase Deproteinase

Ampas tahu yang sudah dihidrolisis ditambahkan NaOH. Kemudian, dipanaskan selama 9 jam dan diaduk berkala setiap 30 menit, lalu dipisahkan dari larutan dengan padatnya untuk mengetahui volume larutan dan TDS pada sampel.

Deproteinasi adalah proses pemisahan protein dari zat. Protein yang berikatan secara



fisik dan kovalen dapat didegradasi dengan dua metode, yaitu secara enzimatik menggunakan protease yang menghidrolisis ikatan peptida dalam protein atau kimiawi (NaOH). Proses pemisahan protein menggunakan NaOH terjadi dalam proses protein yang di ekstraksi sebagai Na-proteinat yang larut dalam air, sedangkan enzim proteolitik akan mendegradasi protein sehingga terpisah dengan kitin.

Alasan lebih digunakan metode kimiawi karena ditinjau dari segi ekonomis, NaOH lebih murah dibanding dengan enzim protease. NaOH teknis per 1 kg berada pada kisaran Rp 10.000,- s/d Rp 20.000,- sedangkan enzim protease berada pada kisaran Rp 500.000,- per 100 gram

Fase Drying

Sampel yang sudah diproses deproteinase dikeringkan untuk menghilangkan kadar air dengan memanfaatkan sinar matahari. Sampai dengan progress report ini dibuat sample masih dalam keadaan lembab. Proses pengeringan tidak maksimal karena cuaca sering mendung, alasan tidak digunakan oven / microwave adalah dikhawatirkan merusak tekstur sample sehingga hasil pengolahan tidak maksimal. Proses selanjutnya setelah proses drying adalah penimbangan massa dan crushing sample dengan grinder [8].



Gambar 1. Proses pengolahan ampas tahu



Gambar 2. Proses pembuatan pangan sosis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Fase Pre Treatment

Pada fase treatment didapati hasil dari delapan sample dengan berat sample yang berbeda-beda dari setiap sample. Hal ini menandakan bahwa dalam satu satuan limbah padat yang dikumpulkan, akan menghasilkan berat yang berbeda-beda tergantung kadar air yang terkandung di dalamnya

Tabel 2. Berat sampel

Sample	Massa Sample Pre-Treatment (gram)
1	50,13
2	50,23
3	50,39
4	50,32
5	50,13
6	50,44
7	50,22
8	50,58

Fase Hidrolisis

Tujuan dilakukan hidrolisis adalah untuk pemecahan pati menjadi bagian-bagian yang lebih sederhana seperti, glukosa dan sakarin. Keuntungan utama hidrolisis



menggunakan enzim dibandingkan menggunakan asam, yaitu prosesnya lebih spesifik sehingga mudah dikontrol, biaya lebih murah (pemurnian), dan resiko perubahan warna lebih mudah diminimalkan

Tabel 3. Sample setelah hidrolisis

Sample	Kadar gula setelah hidrolisis (brix)	TDS setelah hidrolisis (ppm)	Massa sample setelah hidrolisis (gram)
1	0,9	114	34,04
2	0,7	113	31,96
3	0,7	113	34,12
4	0,7	116	31,21
5	0,7	120	32,51
6	0,7	119	30,63
7	0,8	121	28,78
8	0,9	117	32,61

Kadar gula setelah perlakuan hidrolisis tertinggi adalah pada sampel nomor 8 dan 1 yaitu 0,9 brix, diikuti oleh sampel no 7 yaitu 0,8 brix. Walaupun nilai kadar gula tinggi, tetapi tidak sama berat sampel setelah perlakuan hidrolisis, yaitu 32,61 gram untuk sampel no 8 dan 34,04 gram untuk sampel no 1.

Perbandingan hasil yang diperoleh antara hidrolisis menggunakan H_2SO_4 dan asam HCl memiliki hasil optimasi yang berbeda, dengan proses perlakuan yang sama yaitu perendaman dalam setiap larutan asam selama 60 menit pada suhu $115^\circ C$ dengan tekanan 1 atm. Perbedaan optimasi terlihat

ketika menetralkan pH menggunakan 10% Na_2CO_3 , larutan yang dihidrolisis oleh HCl membutuhkan penambahan 10% Na_2CO_3 dalam jumlah yang lebih kecil jika dibandingkan dengan larutan yang dihidrolisis dengan H_2SO_4 . Hal ini mengakibatkan proses penetralan pH membutuhkan waktu yang lama dan jumlah Na_2CO_3 yang banyak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa proses hidrolisis yang optimal adalah dengan menggunakan larutan asam HCl, dengan memperhatikan efisiensi waktu dan mudahnya proses hidrolisis karena membutuhkan bahan penetral yang lebih sedikit [6].

Fase Deproteinase

Massa sampel setelah mengalami proses deproteinase memiliki berat yang berbeda-beda. Dengan laju diantara 110 ppm hingga 116 ppm, maka berat sampel memiliki berat yang berbeda. Hal ini dikarenakan hilangnya kadar protein dalam limbah padat tahu tergantung dari kelajuan ppm setiap perlakuan.

Tabel 4. Sampel setelah deproteinase

Sample	Kadar gula setelah deproteinase (brix)	TDS setelah deproteinase (ppm)	Massa sample setelah deproteinase (gram)
1	1,0	116	29,19
2	1,0	112	31,86
3	1,0	110	30,32
4	1,0	113	30,17
5	1,0	112	28,92
6	1,0	113	29,38



7	1,0	112	27,45
8	1,0	111	31,13



[7] menyatakan bahwa kondisi pH asam lebih menyukai protonasi di situs amino, menyebabkan kapasitas chelating (pengikatan logam) dan pengompleksan (pembentukan senyawa kompleks) lebih rendah (Gamage dan Sahidi, 2007). Kondisi pH yang tinggi disebabkan oleh perubahan protonasi dan takotonasi kitosan yang sangat cepat. Oleh karena itu, perlu dipertahankan kondisi pH netral pada kolom kitosan untuk adsorpsi logam [6] [8]. menjelaskan bahwa jumlah logam yang terserap oleh kitosan berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi ion logam yang menunjukkan hubungan linier [6].

Pembuatan Pangan Sosis

Secara umum pembuatan pangan sosis mengikuti pola solusi dari NaOH dan enzim amylase, pemanasan, stiring hingga pengeringan. Proses tersebut terlihat dalam diagram di bawah ini :



Gambar 3.Proses pembuatan pangan sosis

Setelah pengeringan menggunakan metode hidrolisis dan penghilangan protein, maka ampas tahu dapat di cetak menjadi bentuk sosis biasa. Percetakan sosis dapat mengikuti bentuk dari pengrajin sosis, seperti bulat, lonjong, atupun pipih,

KESIMPULAN

Pembuatan tepung ampas tahu dengan metode hidrolisis dan deproteinase dengan bahan baku ampas tahu sebesar 400gram rata rata akan menghasilkan produk tepung ampas tahu sebesar 52gram dengan rata rata konversi sebesar 13%. Rasio filler dan daging mempengaruhi minat masyarakat terhadap produk, hasil optimal berada pada rasio 1 : 6 dengan nilai rata rata hedonik sebesar 3,4 point yang diujikan terhadap 10 panelis. Penggunaan substitusi tepung ampas tahu terhadap tepung terigu memiliki pengaruh dalam pembuatan sosis. Kadar protein, karbohidrat dan kadar air sosis dengan filler menggunakan tepung ampas tahu cenderung lebih kecil dengan nilai rata rata berturut-turut sebesar 13,30%; 6,35% dan 56,9%, namun kadar lemak dan kadar abu lebih tinggi dengan nilai rata-rata berturut-turut sebesar 20,45% dan 2,94% jika dibandingkan dengan sosis dengan filler menggunakan tepung terigu dengan nilai rata-rata berturut-turut sebesar 17,37%; 9,05%; 58,50%;



12,59% dan 2,39%. Penggunaan filler tepung ampas tahu sebagai substitusi tepung terigu dalam penggunaan sosis masih masuk dalam ambang batas baku mutu sosis daging menurut standart SNI jika dilihat dari kandungan protein, karbohidrat, kadar air, kadar abu dan kadar lemak.

Kesimpulan dapat berupa kesimpulan khusus dan umum. Kesimpulan khusus merupakan hasil analisa data atau hasil uji hipotesa tentang fenomena yang diteliti. Kesimpulan umum sebagai hasil generalisasi atau keterkaitan dengan publikasi terdahulu.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kemenristek/BRIN atas dukungan dana yang diberikan dalam bentuk Penelitian Dosen Pemula. Terima kasih juga ditujukan kepada Wibawa atas pengumpulan dan analisis data.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yuslinawati (2006) *Isolasi dan Karakterisasi Sifat-Sifat Fungsional Protein Ampas Tahu*, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.
- [2] Kartika, S.E., Pratiwi, R.D., Pujirahayu, A., Alhidayat, F., Sholihah, M. (2009) *Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tahu Menjadi Soya Bean Nugget Sebagai Upaya Pemberdayaan*

Perempuan. DIPA UNS. Surakarta

- [3] Shurtleff, W. and A. Aoyagi (1975) *The Book of Tofu, Food for Mankind*. Ten Speed Press. California, USA
- [4] Departemen Kelautan dan Perikanan RI (2005)
<http://www.dkp.go.id/content.php?c=1931>
- [5] Gading Wilda Aniriani, Nurul Fitria Apriliani dan Eko Sulistiono. (2018). Hidrolisis Polisakarida Xilan Jerami Menggunakan Larutay Asam Kuat untuk Bahan Dasar Produksi Bioetanol. *Jurnal Ilmiah Sains* Vol. 18 no.2 pp. 113 – 117
- [6] Gamage, A., & Shahidi, F. (2007). Use of chitosan for the removal of metal ion contaminants and proteins from water. *Food Chemistry*. Vol. 104, Issue 3, 989-996.
- [7] Udaybhaskar, P., Iyengar, L., and Prabhakara Rao, A. V. S. (1990). Hexavalent chromium inter-action with chitosan. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 39, Issue 3, 739–747.
- [8] Chui et al. (1996). Removal and recovery of copper(II), chromium(III) and nickel(II) from solutions using crude shrimp chitinpacked in smalls column. *Environmental International*, Vol. 22, Issue 4, 463–468