

JUDUL :

**(MICROBIOLOGICAL ASPECT AND SENSORY QUALITY OF
SOYMILK AND COWPEAMILK KEFIR)**

Oleh :

Heni Adhianata. Program Studi Seni Kuliner. Akademi Kuliner dan Patiseri
OTTIMMO Internasional.

Abstrak

Kefir susu kedelai dan susu kacang tunggak merupakan produk fermentasi yang dibuat dari inokulasi biji kefir kedalam susu kedelai, susu kacang tunggak, dan campuran keduanya. Dalam penelitian ini diamati efek dari penambahan biji kefir (konsentrasi 2% , 4% , dan 6% w/v) dan jenis susu nabati sebagai substrat fermentasi (susu kedelai, susu kacang tunggak, dan campuran keduanya) terhadap karakteristik mikrobiologi dan evaluasi sensori minuman kefir sehingga didapatkan kombinasi perlakuan yang tepat dan sesuai dengan standar mutu produk kefir. Karakteristik mikrobiologi yang diamati meliputi populasi bakteri asam laktat (BAL) dan populasi khamir (yeast). Sedangkan evaluasi sensori yang diamati antara lain kenampakan, gas yang terbentuk, aroma, tingkat keasaman, kemanisan, viskositas, dan *beany flavour* yang terbentuk. Perbedaan konsentrasi biji kefir berpengaruh nyata terhadap rerata total BAL dengan rerata tertinggi 7,23 log cfu/mL, sedangkan perbedaan substrat fermentasi berpengaruh nyata terhadap rerata total BAL dan khamir dalam produk kefir.

Soymilk kefir and cowpea milk kefir is a fermented products made from kefir grain inoculation into soymilk, cowpea milk and their mixed. In this research were evaluate the effect of kefir grain concentration (2% , 4% , and 6% w/v) and kinds of vegetables milk as substrate fermentation (soymilk, cowpea milk, and their mixed) to the microbiological characterization and sensory evaluation of kefir to obtain the right treatment combination and in accordance with the quality standards of kefir products. Microbiological characteristics observed include population of lactic acid bacteria (LAB) and yeasts. Whereas the sensory evaluation observed the form of appearance, bubbles, sourness, sweetness, viscosity and beany flavour. The differences of kefir grain concentration significantly affected the average of total LAB with the highest average is 7.23 log cfu/mL, while the differences of fermentation substrate significantly affected the average of total LAB and yeasts.

Key words: kefir kacang kedelai, kefir kacang tunggak, evaluasi sensori kefir

Heni Adhianata. Program Studi Seni Kuliner. Akademi Kuliner dan Patiseri
OTTIMMO Internasional. Jl. Bukit Telaga Golf TC 4, No. 2-3, Citraland,
Surabaya. heni_adhianata@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Kefir merupakan produk hasil fermentasi susu dimana selama proses fermentasi terjadi hidrolisis laktosa oleh bakteri dan khamir yang terdapat dalam

biji kefir. Populasi bakteri asam laktat, bakteri asam asetat, dan khamir dalam biji kefir membentuk kompleks hubungan simbiosis yang berperan selama proses fermentasi. Selama fermentasi kefir, dihasilkan asam laktat sebagai metabolit utama, selain itu juga dihasilkan CO₂ dan alkohol sebagai hasil dari aktivitas metabolit dari khamir (Farnworth, 2005; Otsoa *et al.*, 2006; Pogacic *et al.*, 2013). Pertumbuhan mikrobiota dan metabolit hasil fermentasi tersebut akan berpengaruh terhadap citarasa dan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk kefir.

Starter kefir berbeda dengan produk fermentasi susu lainnya karena starter kefir berbentuk "grain" atau biji kefir. Mikroflora dalam biji kefir bersifat lebih stabil dan mampu mempertahankan aktivitasnya apabila disimpan dan diinkubasi dalam kondisi yang sesuai. Khamir yang terdapat dalam biji kefir memiliki peran penting dalam pembentukan flavor dan aroma kefir (Simova *et al.*, 2002). Proses fermentasi berlangsung dengan adanya inokulasi biji kefir yang akan menghasilkan beberapa komponen asam, CO₂, alkohol, dan senyawa aromatik, dimana komponen tersebut akan menghasilkan produk dengan cita rasa, aroma, serta tekstur yang khas, selain itu juga dapat membantu meningkatkan nilai fungsionalitas dan memperpanjang masa simpan (Oties dan Cagindi, 2003).

Potensi pengembangan produk kefir dari bahan baku susu nabati sebenarnya sangatlah besar. Ketersediaan yang melimpah, nilai nutrisi yang tinggi, serta harga bahan baku yang lebih terjangkau merupakan keunggulan penggunaan susu nabati sebagai alternatif substrat produk fermentasi. Hal lain yang mendukung penggunaan susu nabati sebagai substrat produk fermentasi berkaitan dengan intoleransi laktosa, kandungan kolesterolnya yang relatif rendah, alergi protein hewani, serta gaya hidup vegetarian (Santos *et al.*, 2014).

Kacang kedelai merupakan salah satu jenis kacang-kacangan yang paling sering dimanfaatkan dalam pembuatan produk makanan dan diminati karena kandungan proteinnya yang tinggi serta kandungan jenis asam aminonya yang kompleks. Menurut Aparicio *et al.* (2008) dan Carrera *et al.* (2011), rata-rata kandungan protein kacang kedelai adalah 40% dengan total asam amino berkisar dari 31,69% sampai 49,14%. Dibandingkan dengan kacang kedelai, kacang tunggak memiliki nilai konsumsi yang lebih rendah. Namun kandungan protein kacang tunggak relatif tinggi, yaitu 22,9 gram per 100 gram, dan mengandung

lisin yang tinggi sehingga dapat menyempurnakan kualitas protein dari produk nabati yang dikonsumsi (Ratnaningsing dkk, 2009).

Penggunaan tiga jenis substrat yaitu susu kacang kedelai, susu kacang tunggak maupun campuran keduanya, diharapkan dapat meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan mikrobiota dalam biji kefir selama proses fermentasi. Jumlah mikrobiota yang ada diharapkan dapat berpengaruh terhadap senyawa metabolit yang dihasilkan selama proses fermentasi kefir serta dapat menghasilkan minuman kefir dengan tingkat kesukaan yang diterima oleh konsumen. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi efek dari perbedaan konsentrasi inokulasi biji kefir dan perbedaan jenis substrat yaitu susu kacang kedelai, susu kacang tunggak dan campuran keduanya terhadap populasi mikrobiota dalam kefir dan evaluasi sensori produk kefir.

M E T O D E

Aktivasi Biji Kefir

Biji kefir yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Balai Peternakan Batu. Proses peremajaan biji kefir dilakukan dengan cara pencucian menggunakan air destilasi dan dilakukan inokulasi biji kefir kedalam susu pasteurisasi. Proses fermentasi berlangsung dalam kondisi anaerob suhu 27 °C selama 24 jam. Biji kefir selanjutnya dipisahkan dari cairan kefir dan kemudian dicuci. Biji kefir yang telah dicuci disimpan pada jar steril suhu 4 °C dan dapat digunakan sebagai starter ketika akan melakukan proses fermentasi kefir.

Pembuatan Susu Kedelai

Biji kedelai yang telah bersih direndam dalam air bersih dengan rasio 1:4 (w/v) selama 12 jam. Setelah itu biji direbus selama 15 menit dengan menambahkan NaHCO₃ 0,25% untuk menghilangkan *beany flavor*. Dilakukan pengupasan untuk menghilangkan kulit kedelai yang sudah direbus. Proses penghancuran biji dilakukan dengan menggunakan blender dengan menambahkan air 1:3 (w/v) selama 3 menit. Setelah terbentuk *slurry*, dilakukan penyaringan untuk mendapatkan sari kedelai. Kemudian sari kedelai direbus dengan menggunakan api kecil selama 20 menit (Nurliyani *et al.*, 2014; Santos *et al.*, 2014).

Pembuatan Susu Kacang Tunggak

Biji kacang tunggak yang telah bersih direndam dalam air selama satu malam. Dilakukan pengupasan kulit bagian luar kacang, kemudian biji dihancurkan menggunakan blender dengan penambahan air sebanyak 1:8 (w/v). Dilakukan penyaringan untuk mendapatkan sari kacang tunggak (Fратиwi *et al.*, 2008).

Fermentasi susu kedelai dan susu kacang tunggak.

Sebelum dilakukan proses fermentasi, susu kedelai dan susu kacang tunggak dipasteurisasi suhu 85 °C selama 20 menit.3 Kemudian sampel susu didinginkan dan dilakukan inokulasi biji kefir sesuai dengan konsentrasi yang telah ditentukan. Proses fermentasi berlangsung selama 18 jam pada suhu 28 °C (Bensmira and Jiang, 2012; Dadkhah *et al.*, 2011).

Analisis Mikrobiologi

Total mikroba dihitung dengan menggunakan metode *Total Plate Count*. Media pertumbuhan yang digunakan adalah MRS agar. Proses inkubasi dilakukan pada suhu 37 °C selama 48 jam. Pengujian ini hanya menghitung bakteri hidup dan diasumsikan bahwa satu koloni berasal dari satu sel mikroba. Jumlah total mikroba dihitung (skala 30-300) dan dinyatakan dalam cfu/mL.

Evaluasi Sensori

Seluruh sampel kefir dievaluasi profil sensorinya oleh 20 panelis terlatih. Atribut sensori yang dinilai antara lain kenampakan, gelembung udara, aroma, rasa asam, rasa manis, viskositas dan *beany flavor*. Panelis disajikan sampel-sampel yang akan dinilai beserta kuisioner yang telah berisi atribut sensori dan skor penilaian.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan dari penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua macam faktor yaitu konsentrasi perbandingan susu kedelai dan susu kacang tunggak (v/v) (100:0), (0:100), (50:50), serta persentase penambahan inokulum starter biji kefir 2% , 4% , 6% dan masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Sebagai kontrol, digunakan susu sapi pasteurisasi sebagai substrat proses fermentasi.

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan Penelitian

Persentase Starter Biji Kefir	Susu Kedelai:Susu Kacang Tunggak (v/v)			Kontrol
	(100:0)	(0:100)	(50:50)	
2%	K ₁ S ₁	K ₂ S ₁	K ₃ S ₁	C ₁
4%	K ₁ S ₂	K ₂ S ₂	K ₃ S ₂	C ₂

6 %	K ₁ S ₃	K ₂ S ₃	K ₃ S ₃	C ₃
Total		18 sampel		

HASIL DAN PEMBAHASAN

Total Bakteri Asam Laktat dan Khamir dalam Kefir

Rata-rata total Bakteri Asam Laktat (BAL) dalam sampel kefir susu kedelai, susu kacang tunggak, maupun campurannya disajikan dalam Tabel 2. Berdasarkan hasil rerata total BAL, dapat dilihat bahwa perlakuan perbedaan penggunaan substrat fermentasi dan persentase penambahan inokulum starter biji kefir memberikan pengaruh yang nyata terhadap total pertumbuhan BAL. Rerata total BAL yang tumbuh dalam substrat susu kacang tunggak lebih tinggi dibandingkan dengan rerata total BAL yang tumbuh pada substrat susu kedelai. Rerata total BAL tertinggi (7,23 log cfu/mL) didapatkan dari sampel kefir susu kacang tunggak yang diinokulasi starter biji kefir sebesar 4 % .

Tabel 2. Rerata Total Bakteri Asam Laktat (log cfu/mL)

Persentase Starter Biji Kefir	Kontrol	Susu Kedelai:Susu Kacang Tunggak (v/v)		
		(100:0)	(0:100)	(50:50)
2 %	7,23	6,56 ^a	7,21 ^b	7,15 ^b
4 %	7,36	7,01 ^b	7,23 ^b	7,17 ^b
6 %	7,46	6,87 ^b	7,19 ^b	7,18 ^b

Menurut Simova *et al.* (2002), BAL mewakili 83-90% dari total mikroba yang terdapat dalam biji kefir. 90% dari spesies bakteri tersebut termasuk dalam golongan homofermentatif lactobacilli. Selama proses fermentasi BAL berperan dalam mendegradasi karbohidrat dan laktosa menjadi gula-gula sederhana (glukosa dan galaktosa) dan kemudian menjadi asam laktat. Menurunnya pH kefir selama proses fermentasi disebabkan karena karbohidrat dan laktosa digunakan sebagai sumber energi dan karbon oleh bakteri untuk menghasilkan asam laktat sehingga kadar asam meningkat dan menyebabkan penurunan pH.

Jika dilihat dari rerata total BAL, dapat dikatakan bahwa BAL yang berperan dalam proses fermentasi kefir dapat tumbuh baik dalam substrat susu kacang kedelai dan susu kacang tunggak. Hal tersebut dapat diartikan bahwa biji kefir memiliki kemampuan untuk memfermentasi karbohidrat yang terkandung dalam susu kedelai dan susu kacang tunggak untuk aktivitas fermentasi. Didalam susu kedelai terkandung berbagai macam karbohidrat seperti sukrosa, rafinosa,

stakiosa, pentanal dan n-heksanal yang dapat dimanfaatkan oleh BAL selama proses fermentasi kefir (Dadkhah *et al.*, 2011; Nurliyani, dkk. 2014).

Rata-rata total khamir dalam sampel kefir susu kedelai, susu kacang tunggak, maupun campurannya disajikan dalam Tabel 3. Berdasarkan hasil rerata total khamir, dapat dilihat bahwa perlakuan perbedaan penggunaan substrat fermentasi memberikan pengaruh yang nyata terhadap total pertumbuhan khamir, sedangkan persentase penambahan inokulum starter biji kefir tidak berpengaruh secara signifikan. Rerata total khamir yang tumbuh dalam substrat susu kacang kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan rerata total khamir yang tumbuh pada substrat susu kacang tunggak. Namun rerata total khamir tertinggi didapatkan pada sampel kefir dengan substrat campuran susu kedelai dan susu kacang tunggak. Rerata total khamir tertinggi sebesar 6,48 log cfu/mL didapatkan pada substrat campuran susu kedelai dan susu kacang tunggak dengan persentase penambahan starter biji kefir 4% .

Tabel 3. Rerata Total Khamir (log cfu/mL)

Persentase Starter Biji Kefir	Kontrol	Susu Kedelai:Susu Kacang Tunggak (v/v)		
		(100:0)	(0:100)	(50:50)
2 %	5,51	6,12 ^b	5,83 ^a	6,16 ^b
4 %	5,74	6,19 ^b	5,84 ^a	6,48 ^b
6 %	5,71	6,15 ^b	5,86 ^a	6,45 ^b

Menurut Codex Alimentarius (Codex stand 243-2003) tentang standar produk susu fermentasi, kefir paling tidak mengandung 2,8% protein; kurang dari 10% lemak; dan 0,6% asam laktat. Sedangkan untuk jenis mikroorganismenya paling tidak mengandung 10^7 cfu/mL dengan kandungan khamir tidak kurang dari 10^4 cfu/mL. Rasio dan pertumbuhan dari BAL dan khamir dalam produk kefir dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti lama waktu fermentasi, suhu inkubasi, agitasi dan jenis susu yang digunakan (Ratray dan O'Connell, 2011).

Pertumbuhan khamir yang berperan dalam proses fermentasi akan meningkat ketika terjadi penurunan pH selama proses fermentasi. Menurut Simova *et al.* (2002), khamir dalam biji kefir mewakili 10-17% dari total mikroflora yang berhasil diisolasi, dimana khamir dari golongan *lactose-negative* merupakan spesies yang mendominasi (66-100%). Ketidakmampuan golongan khamir tersebut untuk memfermentasi laktosa membuat khamir jenis tersebut bersifat

dependent terhadap bakteri asam laktat untuk kemampuannya menghidrolisis karbohidrat dalam bentuk disakarida. Menurut Rattray dan O'Connell (2011) dan Pogacic *et al.* (2013), populasi mikroba yang terkandung dalam biji kefir antara lain adalah *Lb. kefir*, beberapa spesies dari *Leuconostoc*, *Lactococcus* and *Acetobacter* serta golongan khamir baik yang mampu memfermentasi laktosa (*Kluyveromyces marxianus*) dan khamir yang tidak mampu memfermentasi laktosa (*Saccharomyces cerevisiae* and *Saccharomyces exigous*).

Kualitas Sensori Produk Kefir

Pada Tabel 4 dapat dilihat hasil kualitas sensori produk kefir susu kedelai, susu kacang tunggak, dan campuran keduanya. Berdasarkan hasil pengamatan terhadap atribut sensori untuk kenampakan produk, sampel kefir susu kedelai dengan 4% starter biji kefir menjadi sampel yang paling disukai oleh panelis. Sedangkan sampel kefir campuran susu kedelai dan kacang tunggak dengan 6% starter biji kefir menjadi sampel yang paling banyak menghasilkan gas atau sensasi effervescent. Hal tersebut diduga berkaitan dengan total populasi khamir yang besar dalam sampel kefir campuran susu kedelai dan kacang tunggak. Selama proses fermentasi, khamir berperan dalam menghasilkan CO₂ dan alkohol yang memberikan sensasi effervescent pada produk kefir (Farnworth, 2005; O'tsoa *et al.*, 2006; Pogacic *et al.*, 2013).

Sampel kefir susu tunggak dengan 2% starter biji kefir merupakan sampel dengan tingkat keasaman yang paling tinggi. Sedangkan untuk tingkat kemanisan yang tertinggi didapat dari sampel kefir susu kedelai dengan 6% starter biji kefir. Rasa asam dari produk kefir didapatkan dari asam laktat yang dihasilkan selama proses fermentasi oleh aktivitas BAL dalam mendegradasi karbohidrat. Tingginya intensitas asam yang dihasilkan karena kandungan karbohidrat kacang tunggak yang lebih tinggi (61,6 g/100 g) dibandingkan pada kacang kedelai (34,8 g/100 g) (Haliza, dkk., 2007). Hal tersebut berbanding terbalik dengan tingkat kemanisan, sampel yang memiliki tingkat keasaman yang tinggi, dinilai oleh panelis menjadi sampel dengan kemanisan yang lebih rendah.

Viskositas juga merupakan salah satu atribut sensori yang penting dalam menentukan kualitas produk minuman kefir. Sedangkan sampel kefir susu kacang tunggak dengan 2% starter biji kefir merupakan sampel dengan viskositas paling

tinggi. Sampel kefir dari campuran susu kedelai dan tunggak dengan 2% starter biji kefir merupakan sampel dengan aroma yang paling disukai. Sampel kefir susu kedelai dengan 6% starter biji kefir memiliki rasa *beany flavour* yang paling tinggi menurut panelis.

SIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Susu kacang kedelai, susu kacang tunggak dan campuran keduanya dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kefir. Pemberian konsentrasi biji kefir yang berbeda berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi BAL, sedangkan perbedaan penggunaan jenis susu sebagai substrat fermentasi berpengaruh terhadap pertumbuhan populasi BAL dan khamir dan produk kefir. Jenis susu kacang dan konsentrasi biji kefir akan menghasilkan produk kefir dengan cita rasa dan viskositas yang berbeda.

Saran

Diperlukan penelitian lanjutan untuk memperbaiki daya terima konsumen terhadap rasa dan kekentalan produk kefir kacang kedelai dan kacang tunggak.

Tabel 4. Kualitas Sensori

Atribut Sensori	Skor											
	K _{S1}	K _{S2}	K _{S3}	K _{S1}	K _{S2}	K _{S3}	K _{S1}	K _{S2}	K _{S3}	G ₁	G ₂	G ₃
Kemampakan^{*)}	293	297	277	35	317	313	287	31	31	35	35	35
Gas^{**)}	177	207	153	197	197	2	17	26	107	333	4	333
Aroma^{***)}	34	38	34	337	37	367	323	27	253	233	267	217
Kesan^{****)}	397	473	477	32	433	413	227	417	443	133	167	215
Kemulusan^{****)}	167	147	1	153	153	167	217	123	123	167	1	117
Viskositas^{****)}	377	393	45	17	123	317	317	3	263	283	267	283
Heavy Hair^{****)}	287	153	22	3	27	303	303	29	253	3	2	25
Overall evaluation^{*)}	25	217	183	283	3	293	293	223	193	217	23	317

^{*)}: 1=dislike extremely, 2=dislike slightly, 3=neither like or dislike, 4=like slightly, 5=like extremely

^{**)}: 1=eat, 2=few, 3=moderate, 4=many, 5=huge

^{***)}: 1=tasteless, 2=a little taste, 3=moderate, 4=taste, 5=strong

^{****)}: 1=very weak, 2=slightly weak, 3=moderate, 4=slightly cohesive, 5=very cohesive

DAFTAR PUSTAKA

- Aparicio, M., I., Cuenca, R., Suarez, V. M. J., Revilla, Z. M. A. 2008. Soybean, A Promising Health Source. *Nutricion Hospitalaria*, Vol. 23, 2008: 305-312.
- Bensmira, M., and Jiang, B. 2012. Rheological characteristics and nutritional aspects of novel peanut-based kefir beverages and whole milk kefir. *Int. J. Food Research Journal*. 19(2) : 647-650.
- Carrera, C.S., Reynoso, C.M., Funes, G.J., Martinez, M.J., Dardanelli, J., Resnik, S.L. 2011. Amino Acid Composition of Soybean Seeds As Affected by Climatic Variables. *Pesq. Agropec. Bras., Brasilia*. Vol.46, N.12, 2011: 1579-1587.
- Codex Alimentarius. 2003. Codex Standard for Fermented Milks (Codex stand 243-2003). CCNEA Document (CA/NEA 13/7/6).
- Dadkhah, S., Pourahmas, R., Assadi, M.M., dan Moghimi, A. 2011. Kefir production from soymilk. *Annals of Biological Research*. 2(6) : 293-299.
- Farnworth, E.R. 2005. Kefir – A Complex Probiotic. *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods* 2, 1-17.
- Frahiwi., Yulneriwarni., dan Noverita. 2008. Fermentasi kefir dari susu kacang-kacangan. *Vis Vitalis*, Vol.1 No.2.
- Haliza, W., Purwani, E.Y., dan Thahir, R. 2007. Pemanafaatan kacang-kacangan lokal sebagai substitusi bahan baku tempe dan tahu. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. Vol. 3.
- Nurliyani., Harmayani, E., dan Sunarti. 2014. Microbiological quality, fatty acid and amino acid profiles of kefir produced from combination of goat and soy milk. *Pakistan Journal of Nutrition* 13 (2) : 107-115.
- Otles, S., dan Cagindi, O. 2003. Kefir : A probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pakistan Journal of Nutrition* 2 (2) : 54-59.
- Otsoa, F.L., Rementeria, A., Elguazabal, N., and Garaizar, J. 2006. Kefir : A symbiotic yeast – bacteria community with alleged healthy capabilities. *Rev Iberoam Micol*. 23 : 67-74.
- Pogacic, T., Sinko, S., Zamberlin, S., and Samarzija, D. 2013. Microbiota of Kefir Grains. Faculty of Agriculture University of Zagreb, Croatia. UDK: 637.146.21.
- Ratnaningsing, N., Nugraheni, M., dan Rahmawati, F. 2009. Pengaruh Jenis Kacang Tolo, Proses Pembuatan dan Jenis Inokulum terhadap Perubahan Zat-Zat Gizi pada Fermentasi Tempe Kacang Tolo. *Jurnal Penelitian Saintek*, Vol. 14, No. 1, April 2009: 97-128.
- Ratray, F.P., dan O'Connell, M.J. 2011. Kefir. *Encyclopedia of Dairy Science*. Elsevier, Ltd. 518-524.
- Santos, C.C.A.A., Libeck, B.S., dan Schwan, R.F. 2014. Co-culture fermentation of peanut-soymilk for the development of a novel functional beverage. *Int. J. Food Microbiology*. 186 : 32-41.
- Simova, E., Beshkova, D., Angelov, A., Hristozova, Ts., Frengova, G., dan Spasov, Z. 2002. Lactic Acid Bacteria and Yeasts in Kefir Grains and Kefir Made from Them. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology* (2002) 28, 1-6.