

Implementasi dan Analisis Keuntungan Teknologi *Back-Slopping* pada Pembuatan “*Quick Tempe*” Skala Industri Rumah Tangga

Implementation and Profit Analysis of Back-slopping Technology at “Quick Tempe” Making Process in Household Industry

C. Hanny Wijaya, Siti Nurjanah, Qabul Dinanta Utama

Institut Pertanian Bogor
Kampus IPB Darmaga, PO BOX 220, Bogor 16002
email : hazemi@indo.net.id

Diterima : 20 Januari 2015

Revisi :16 Maret 2015

Disetujui : 26 Maret 2015

ABSTRAK

“*Quick Tempe*” merupakan tempe yang dibuat dengan pengasaman secara kimiawi menggunakan *Glucono Delta Lactone* (GDL). Implementasi “*Quick Tempe*” masih terkendala oleh harga GDL yang relatif mahal. Salah satu upaya efisiensi penggunaan GDL adalah dengan penggunaan kembali sisa larutan pengasam GDL untuk proses pembuatan tempe selanjutnya, atau dikenal sebagai teknologi *back-slopping*. Penelitian bertujuan mengoptimasi penambahan GDL pada larutan *back-slopping* ke 1, mengevaluasi karakteristik tempe yang dihasilkan dengan teknik larutan *back-slopping* ke 2, serta menganalisis keuntungan ekonomi dalam pembuatan “*Quick Tempe*” pada industri rumah tangga. Optimasi dilakukan dengan menggunakan *Response Surface Methodology* dengan variabel yang dioptimasi adalah konsentrasi GDL yang ditambahkan. Respon yang diukur antara lain pH larutan *back-slopping*, pH kedelai prafermentasi, dan kekompakan tempe. Penambahan GDL dengan konsentrasi optimum menghasilkan pH larutan *back-slopping* 4,5, pH kedelai prafermentasi 5,3, kekompakan tempe 12,9 dari 15 skala. Karakteristik tempe yang dihasilkan dengan *back-slopping* ke 2 tidak berbeda nyata dengan tempe hasil pengasaman alami. Analisis keuntungan menunjukkan penerapan teknologi *back-slopping* dapat menurunkan total biaya produksi “*Quick Tempe*” sebesar 4,8 persen/hari. Penggunaan GDL dan penerapan teknologi *back-slopping* dapat berpotensi meningkatkan total keuntungan produksi “*Quick Tempe*” dibandingkan tempe hasil pengasaman alami (tempe kontrol) sebesar 49,9 persen. Proses pembuatan “*Quick Tempe*” dengan *back-slopping* berpotensi juga diimplementasikan pada industri kecil.

kata kunci: *Back-slopping*, *Glucono Delta Lactone* (GDL), “*Quick Tempe*”, *Response Surface Methodology*, Analisis Keuntungan

ABSTRACT

“*Quick Tempe*” is a modified Tempe produced by utilizing *Glucono Delta Lactone* (GDL) as acidulant. The implementation of *Quick Tempe* process in small-medium industries faces hurdles due to the high price of GDL. Efficiency of GDL utilization might be improved by reutilizing GDL solution into the next production batch, called *back-slopping* technique. This study is aimed to optimize the GDL addition into the *back-slopping* solution, to evaluate the quality characteristics of Tempe obtained by the technique, and to calculate the financial benefit of implementing it. Optimization is conducted by using *Response Surface Methodology*, including the pH of *back-slopping* solution, pre-fermented soybean, and the compactness of Tempe with the addition concentration of GDL as variable. The pH of *back-slopping* solution and of pre-fermented soybean with optimized GDL concentration is 4.5 and 5.3, respectively. The compactness value is 12.9 of 15 scales. There is no significant quality difference between Tempe produced by 2nd *back-slopping* and by traditional method (natural acidification). The use of GDL and *back-slopping* technique are able to reduce the total cost by 4.8 percent and to increase the total profit by up to 49.9 percent. *Quick Tempe* process shows potency to be implemented in the household industries.

keywords : *Back-slopping*, *Glucono Delta Lactone* (GDL), *Quick Tempe*, *Response Surface Methodology*, Profit Analysis

I. PENDAHULUAN

Tempe merupakan produk yang diperoleh dari fermentasi biji kedelai dengan menggunakan kapang *Rhizopus sp.*, berbentuk padatan kompak, berwarna putih sedikit keabuan dan berbau khas tempe (SNI 3144:2009). Setiap daerah di Indonesia memiliki variasi dalam tahapan proses pembuatan tempe dengan berbagai modifikasi. Modifikasi tahapan produksi tempe antara lain pada lama waktu dan teknik perendaman, jenis dan cara penambahan ragi tempe, waktu perebusan dan tambahan proses pemanasan, jenis bahan pembungkus, serta lama waktu proses fermentasi (Hermana dan Karmini, 1996).

Pengasaman merupakan salah satu tahapan yang penting dalam pembuatan tempe. Pengasaman dapat dilakukan secara alami maupun kimiawi. Proses pengasaman alami banyak digunakan oleh pengrajin tempe di Indonesia dengan perendaman kedelai yang telah direbus pada suhu 28-31°C sampai air berbusa dan berbau asam (Yeong, dkk., 1999). Pengasaman secara kimiawi biasa dilakukan di negara beriklim subtropis, dimana proses pengasaman alami berlangsung sangat lambat bahkan sulit terjadi (Liu, 1997). Pengasaman secara kimiawi merupakan proses pengasaman dengan menambahkan bahan pengasam untuk mencapai kondisi yang sesuai untuk pertumbuhan kapang. Pengasaman alami dapat digantikan dengan pengasaman kimiawi (Nout dan Kiers, 2005).

Glucono Delta Lactone (GDL) merupakan bahan pengasam yang dapat digunakan untuk menghasilkan tempe tanpa mempengaruhi citarasa tempe yang dihasilkan. GDL merupakan bahan tambahan pangan yang bersifat *Generally Recognized as Safe* (GRAS) (FDA, 2013). GDL tersedia secara komersial dan telah diaplikasikan secara luas pada industri pangan (GuoQing, dkk., 2009). Bahan ini biasa digunakan sebagai bahan penggumpal dalam proses pembuatan tahu (Sarwono dan Saragih, 2004).

Teknologi pembuatan tempe dengan menggunakan bahan pengasam GDL telah terpilih sebagai salah satu dari 100 inovasi Indonesia, suatu program yang dikelola oleh

Kementerian Ristek dan *Business Innovation Center* (BIC) pada tahun 2008. Teknologi ini dikembangkan oleh Wijaya (2008) dan produk tempe yang dihasilkan dikenalkan sebagai "Quick Tempe" atau dikenal juga sebagai "Tempe Cepat"

Pembuatan "Tempe Cepat" untuk skala produksi rumah tangga (basis 20 - 30 Kg kedelai per hari) telah diuji coba oleh Prawira (2012) dan Nurzaim (2013) di Industri Kecil dan Menengah (IKM) tempe di daerah Lumajang, Jawa Timur. Uji coba awal teknologi *back-slopping* telah dilakukan oleh Nurzaim (2013). Adapun yang dimaksud dengan *back-slopping* adalah penggunaan kembali larutan sisa hasil perendaman untuk proses pembuatan tempe selanjutnya. Penggunaan larutan *back-slopping* dapat menghasilkan tempe yang tidak berbeda nyata dengan tempe hasil perendaman dengan larutan GDL awal (Nurzaim, 2013). Penerapan *back-slopping* diharapkan dapat mengurangi biaya produksi atas penggunaan GDL. Namun, optimasi konsentrasi GDL yang ditambahkan dalam larutan *back-slopping* belum dilakukan. Proses optimasi ini perlu dilakukan guna lebih menghemat penggunaan GDL, namun tetap menghasilkan tempe dengan mutu yang normal.

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kondisi optimum penambahan GDL pada larutan *back-slopping* ke 1 (satu), mengevaluasi karakteristik tempe yang dihasilkan dengan larutan *back-slopping* ke 2 (dua), serta menganalisis keuntungan dalam pembuatan "Quick Tempe" pada skala produksi industri rumah tangga dengan menggunakan metode *back-slopping*.

II. METODOLOGI

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kacang kedelai, ragi tempe, kayu bakar, plastik pengemas PE ukuran $\frac{1}{4}$ kg, dan pelepah pisang, diperoleh dari pasar di Lumajang. *Glucono Delta Lactone* (GDL) diperoleh dari distributor di Surabaya. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan, kompor, *stop-watch*, *sealer*, *blender*, termometer, pH meter jenis *Pocket pH Tester* dan *Texture Analyzer*, serta alat-alat gelas untuk analisis dan peralatan dapur.

2.2. Metode

Penelitian ini dilakukan dalam tiga tahapan, yaitu: (i) uji coba teknologi *back-slopping* pada skala laboratorium; (ii) aplikasi *back-slopping* pada pembuatan “Quick Tempe” pada industri rumah tangga IKM Lumajang; dan (iii) perhitungan analisis keuntungan pada produksi tempe skala industri rumah tangga.

Tahap pertama, dilakukan untuk mengetahui pengaruh dua siklus *back-slopping* terhadap mutu tempe yang dihasilkan. Selain itu, pada tahap pertama ini diuji pengaruh waktu tunggu pada larutan *back-slopping* terhadap tempe yang dihasilkan. Perlakuan waktu tunggu yaitu dengan mendinginkan larutan *back-slopping* ke 1 (satu) selama 18 jam dan larutan *back-slopping* ke 2 (dua) selama 14 jam pada kondisi suhu ruang sebelum digunakan untuk proses pembuatan tempe selanjutnya. Hal ini bertujuan untuk melihat teknologi *back-slopping* yang bagus, yang tidak mengurangi mutu tempe yang dihasilkan.

Tahap kedua, dilakukan untuk menentukan konsentrasi GDL optimum larutan *back-slopping* pada pembuatan “Quick Tempe”, melakukan verifikasi produk hasil optimasi dan aplikasi konsentrasi optimum untuk pembuatan tempe dengan *back-slopping* ke 2 (dua). Optimasi dilakukan dengan menggunakan *Respon Surface Methodology* dengan bantuan *software Design Expert 7*. Pengukuran respon pH kedelai prafermentasi dan pH larutan *back-slopping* ke 1 (satu) dilakukan dengan menggunakan pH meter. Respon kekompakan diukur dengan uji sensori rating intensitas dengan menggunakan sepuluh panelis ahli. Pengujian dilakukan dengan mendatangi panelis ahli di rumah masing-masing.

Tahap ketiga, dilakukan untuk mengetahui perbandingan biaya produksi dan keuntungan pada produksi tempe skala industri rumah tangga dengan penerapan teknologi *back-slopping* pada pembuatan “Quick Tempe”. Biaya produksi dihitung dengan menghitung biaya variabel dan biaya tetap. Perhitungan/analisis pada penelitian ini didasarkan pada produksi tempe berdasarkan rata-rata produksi pada IKM tempe di Lumajang. Dalam melakukan analisis keuntungan ini diperlukan penetapan asumsi yang disesuaikan dengan kondisi saat dilakukan

analisis. Asumsi-asumsi yang ditetapkan pada analisis keuntungan usaha pembuatan tempe antara lain : (i) Skala usaha termasuk skala menengah dengan kapasitas produksi sebesar 275 kg kedelai per hari; (ii) Setiap 1 kg kedelai menghasilkan 3 potong tempe dengan berat sekitar 500 gram dan harga Rp. 4000/potong; (iii) Tempe yang diproduksi diasumsikan terjual habis semua pada harga tertentu; (iv) Produksi dilakukan di dalam bangunan tembok berukuran 4 x 4 meter yang dilengkapi dengan listrik dan sumur bor. Tempat usaha dapat digunakan selama 15 tahun; (v) Membuat sumur bor dan bak air dengan asumsi masa pakai selama 10 tahun; (vi) Masa pakai rak fermentasi selama 6 tahun; (vii) Masa pakai tong besi, alat pengupas kulit kedelai, pisau, dan pompa air selama 5 tahun; (viii) Masa pakai bak, tampah, dan keranjang berjaring selama 2 tahun; (ix) Biaya pemeliharaan bangunan per tahun sebesar 10 persen dari total biaya investasi bangunan; (x) Biaya pemeliharaan alat per tahun sebesar 5 persen dari total biaya investasi alat.

2.3. Proses Pembuatan Tempe

Proses pembuatan tempe yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari metode pembuatan tempe yang biasa digunakan oleh IKM tempe di Lumajang dan metode “Quick Tempe” yang dilaporkan oleh Nurzaim (2013). Pembuatan tempe dengan larutan *back-slopping* dilakukan seperti halnya metode “Quick Tempe” hanya pada saat pengasaman memanfaatkan 66 – 68 persen volume sisa larutan GDL dari produksi sebelumnya ditambah air serta GDL baru, sampai konsentrasi optimum.

2.4. Daya Iris

Pengukuran daya iris dan kekerasan tempe menggunakan *Texture Analyzer* dengan *probe Warner-Bratzler Blader* berbentuk pisau. Sampel yang diuji berukuran 3x3x3 cm dengan menggunakan *speed* 1,5 mm/detik dan jarak 35 mm. Respon daya iris tempe dapat dilihat dari luas area kurva yang dihasilkan pada saat pengujian setiap sampel.

2.5. Analisis Sensori (Meilgard, dkk.,1999)

Analisis sensori yang digunakan terdiri dari uji rating hedonik, uji beda dari kontrol, uji rating intensitas, dan uji pembedaan sederhana. Uji rating hedonik menggunakan 73 panelis untuk

mengukur respon kesukaan panelis terhadap citarasa tempe rebus secara keseluruhan (rasa, aroma, dan tekstur). Pengukuran respon menggunakan skor skala 7 yaitu dari skor 1 (sangat tidak suka) sampai skor 7 (sangat suka).

Uji beda dari kontrol digunakan untuk menentukan adanya perbedaan antara kontrol dan sampel yang diuji dan memperkirakan ukuran dari setiap perbedaannya. Panelis yang digunakan adalah 44 panelis yang tidak terlatih dengan menguji sampel tempe rebus. Kontrol yang digunakan dalam pengujian ini adalah "Quick Tempe" tanpa perlakuan *back-slopping*.

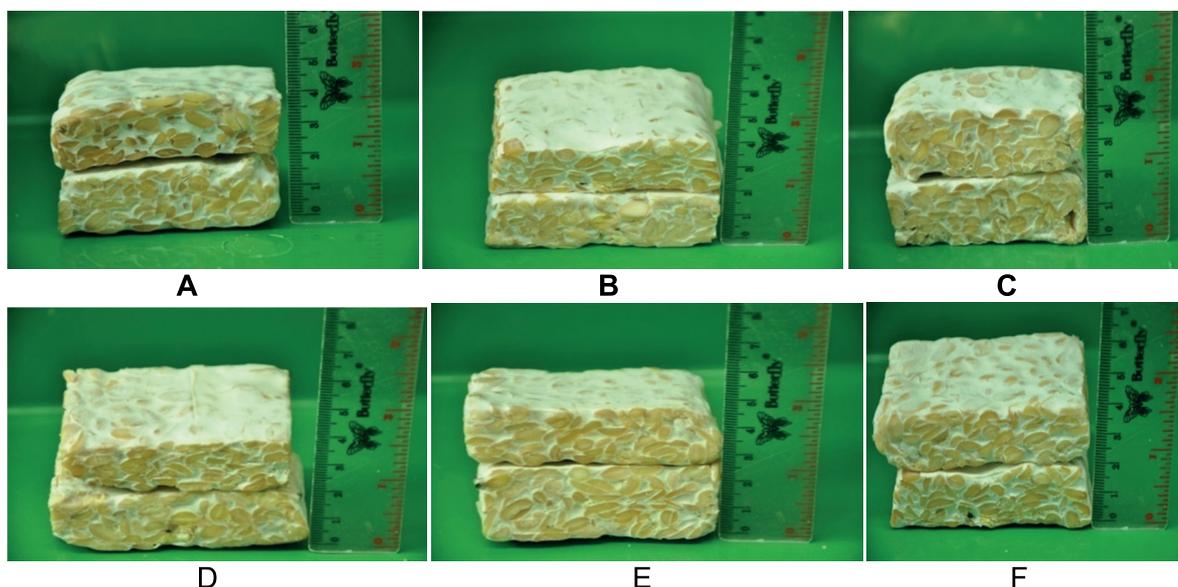
Uji pembedaan sederhana menggunakan 40 orang panelis tidak terlatih dengan menguji sampel tempe hasil *back-slopping* dengan dan tanpa pemberian waktu tunggu. Uji pembedaan sederhana juga dilakukan untuk menguji sampel tempe hasil pengasaman alami (tempe kontrol) dengan tempe hasil *back-slopping*. Sampel diujikan secara berpasangan dengan empat kombinasi pasangan (A/A, B/B, A/B, B/A)

Uji rating intensitas digunakan untuk mengukur respon panelis terhadap kekompakan tempe yang dihasilkan. Panelis yang digunakan adalah 10 panelis ahli yang terdiri dari

pengrajin tempe dan pedagang tempe yang berada di sekitar Kelurahan Jogutrunan, Kabupaten Lumajang. Pengukuran respon ini menggunakan skala garis yang berukuran 15 cm dengan ujung sebelah kiri garis menyatakan "sangat tidak kompak" dan ujung sebelah kanan garis menyatakan "sangat kompak".

2.6. Analisis Keuntungan (Warisno dan Kres, 2010)

Analisis keuntungan bertujuan untuk mengetahui besarnya keuntungan atau kerugian dari usaha yang dikelola. Keuntungan diperoleh jika total penerimaan lebih besar daripada total biaya produksi yang dikeluarkan. Sebaliknya, usaha dikatakan rugi apabila total penerimaan lebih kecil daripada total biaya produksi yang dikeluarkan. Total penerimaan dapat diperoleh dari hasil perkalian jumlah produk yang dijual dengan harga jual produk. Asumsinya produk dapat habis terjual pada harga jual tersebut. Total biaya produksi diperoleh dari penjumlahan biaya tetap (biaya tenaga kerja, biaya pemeliharaan peralatan, biaya pemeliharaan bangunan, biaya penyusutan peralatan) dan biaya variabel (biaya kedelai, GDL, ragi, kayu bakar, pelepah pisang, pepaya muda dan tenaga kerja).



Gambar 1. Tempe Hasil Produksi Laboratorium Dengan Variasi Proses

Keterangan: A : Larutan GDL 1 persen
B : Larutan *back-slopping* 1 (satu) dengan penambahan GDL
C : Larutan *back-slopping* 2 (dua) dengan penambahan GDL
D : Larutan *back-slopping* 2 (dua) waktu tunggu 14 jam
E : Larutan *back-slopping* 1 (satu) waktu tunggu 18 jam
F : Pengasaman alami (kontrol)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji coba *Back-slopping* Skala Laboratorium

Proses pengasaman kedelai yang telah direbus dalam proses pembuatan tempe bertujuan untuk menghambat pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk serta memberikan kondisi lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan kapang (Kuswanto, 2004). Pengasaman kimiawi dapat memperpendek waktu perendaman menjadi 2 - 3 jam saja dibandingkan pengasaman alami yang membutuhkan waktu 20-30 jam (Hermana dan Karmini, 1996).

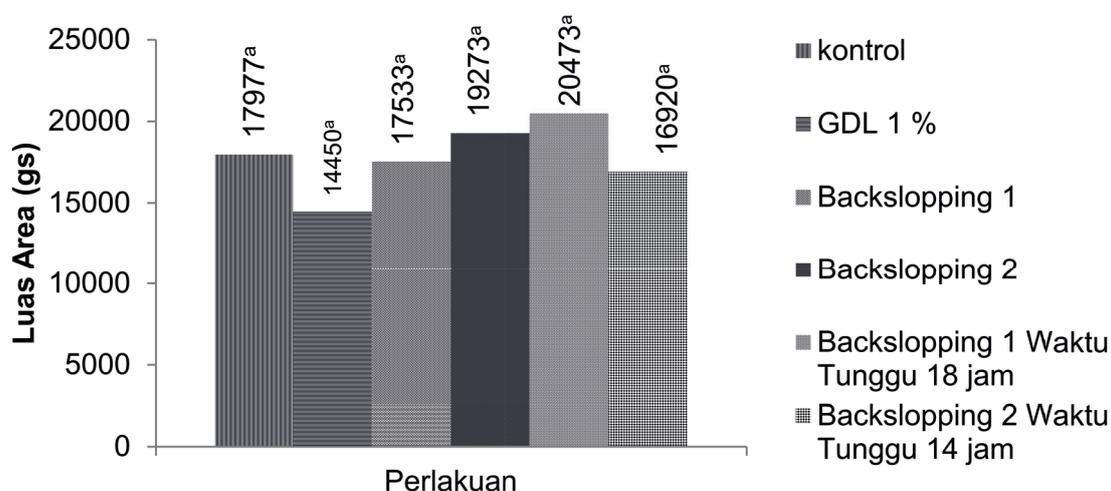
Tempe hasil uji coba skala laboratorium dapat dilihat pada Gambar 1. Tempe yang dibuat dengan menggunakan larutan GDL baik tanpa ataupun dengan *back-slopping* memiliki karakteristik miselium penuh, aroma dan rasa khas tempe dan tekstur yang kompak pada saat diiris. Uji hedonik terhadap tiga sampel tempe yang dibuat dengan larutan GDL tanpa *back-slopping*, dengan *back-slopping* ke 1 (satu), dan dengan *back-slopping* ke 2 (dua) menunjukkan bahwa penerimaan sensori ketiga sampel tidak berbeda nyata ($p > 0,05$). Uji beda dari kontrol pada ketiga sampel tersebut juga menunjukkan bahwa ketiga sampel tempe tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan kontrol. Tempe GDL tanpa *back-slopping* digunakan sebagai *blind control*.

Tempe *back-slopping* dengan pemberian waktu tunggu 14 dan 18 jam mempunyai karakteristik miselium penuh dan merata, aroma dan rasa khas tempe, serta tekstur yang kompak

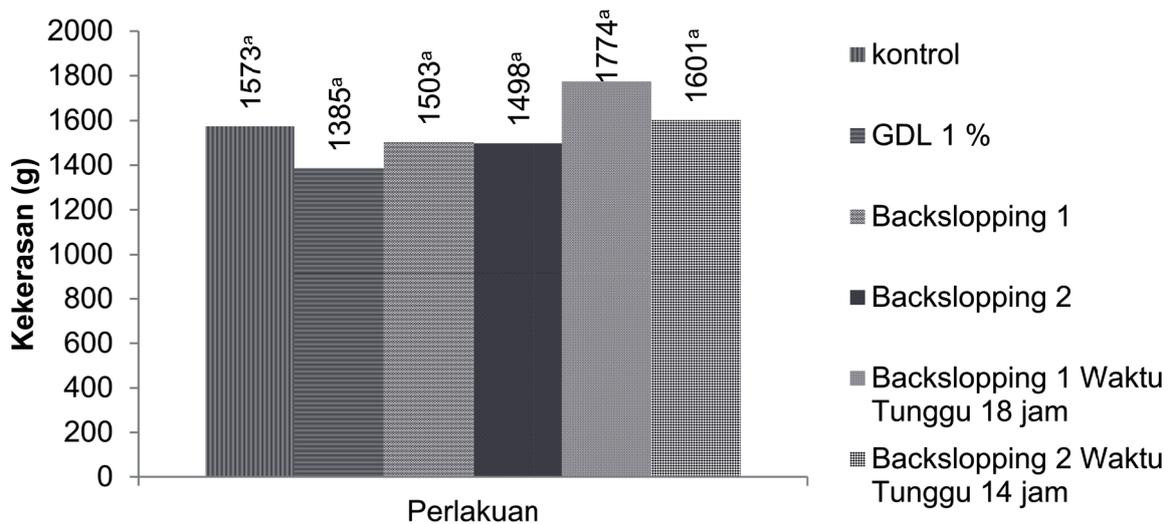
saat diiris. Hasil uji perbedaan sederhana menunjukkan bahwa perlakuan waktu tunggu menghasilkan citarasa tempe yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan tempe *back-slopping* tanpa pemberian waktu tunggu. Jadi tidak ada pengaruh waktu tunggu, baik untuk 14 atau 18 jam tidak memberikan perbedaan nyata.

Nilai daya iris ditentukan dari besarnya gaya maksimum yang diperlukan untuk memotong sampel tempe yang diuji (Andarwulan, dkk., 2011). Nilai daya iris ditunjukkan dengan nilai luas area kurva yang dihasilkan pada saat pengukuran. Kekompakan miselium tempe yang terbentuk mempengaruhi daya iris tempe, dimana semakin kompak miselium maka nilai luas area semakin besar. Perendaman kedelai yang semakin lama akan mengakibatkan semakin lunaknya struktur biji kedelai sehingga air lebih mudah masuk ke dalam sel kedelai (Suhaidi, 2003), yang pada gilirannya juga mempengaruhi nilai daya iris.

Hasil pengukuran daya iris (Gambar 2) dan kekerasan (Gambar 3) tempe menunjukkan bahwa tempe kontrol memiliki rata-rata luas area yaitu sebesar 17.977 gs dengan nilai kekerasan sebesar 1.573 g. Tempe hasil perendaman dengan larutan *back-slopping* 1 perlakuan waktu tunggu 18 jam memiliki rata-rata luas area terbesar yaitu 20.473 gs dengan nilai kekerasan 1.774 g. Hasil analisis ANOVA menunjukkan bahwa "*Quick Tempe*" semua perlakuan menghasilkan daya iris dan kekerasan produk yang tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan tempe kontrol.



Gambar 2. Hasil pengukuran luas area (daya iris) tempe masing-masing perlakuan



Gambar 3. Hasil pengukuran kekerasan tempe masing-masing perlakuan

* Nilai dengan notasi huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan tempe kontrol

3.2. Optimasi Penambahan GDL pada *Back-slopping* Skala Industri Rumah Tangga

GDL yang ditambahkan dilakukan sesuai dengan rekomendasi program Design Expert 7. Respon yang diukur antara lain pH larutan *back-slopping*, pH kedelai prafermentasi, dan kekompakan tempe. Nilai respon yang dihasilkan

pada masing-masing perlakuan penambahan GDL dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai respon yang diperoleh (Tabel 1) kemudian digunakan untuk mendapatkan nilai-nilai model (Tabel 2).

Respon pH larutan *back-slopping* hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai pH larutan *back-slopping* ke 1 (satu) menunjukkan orde

Tabel 1. Nilai Respon yang Diukur Pada Tahap Optimasi Penambahan GDL Pada Larutan *Back Slopping* Ke 1 (Satu)

Perlakuan penambahan GDL (%)	pH kedelai pra-fermentasi	pH larutan <i>back-slopping</i> ke1(satu)	Kekompakan tempe yang dihasilkan
I	5,4	4,9	10,8
I	5,4	4,8	11
II	5,4	4,8	13,3
III	5,4	4,7	13
IV	5,4	4,5	12,7
V	5,3	4,4	13,5
V	5,3	4,5	13,2

Tabel 2. Model Matematika Masing-Masing Respon

Parameter	Orde model	<i>p-value</i>		<i>Adjusted R²</i>	<i>Predicted R²</i>	<i>Adequate precision</i>
		Model	<i>Lack of fit</i>			
pH kedelai pra-fermentasi	<i>Cubic</i>	0,0017 (sig)	<0,0001 (sig)	0,9797 0	,8925	20,550 (>4)
pH larutan <i>back-slopping</i>	<i>Linear</i>	0,0006 (sig)	0,7497 (n sig)	0,9083 0	,8372	13,714 (>4)
Kekompakan tempe	<i>Cubic</i> 0	,0029 (sig)	0,3630 (n sig)	0,9711 0	,9039	16,973 (>4)

Keterangan : Model matematika ini diperoleh dari software design expert 7

model linear dengan konstanta negatif yang berarti peningkatan jumlah konsentrasi GDL yang ditambahkan pada larutan *back-slopping* ke 1 (satu) akan semakin menurunkan pH larutan *back-slopping* ke 1 (satu). Proses pengasaman bertujuan untuk mencapai tingkat keasaman (pH) yang sesuai untuk pertumbuhan kapang pada kedelai. Pertumbuhan kapang yang baik terjadi pada pH kedelai di antara 3,5 – 5,2 (Hermana dan Karmini, 1996). Faktor yang mempengaruhi keberhasilan untuk menghasilkan tempe dengan kualitas yang baik antara lain oksigen, suhu, jenis laru, dan derajat keasaman (nilai pH) (Syarief, dkk., 1999).

Kedelai prafermentasi merupakan kedelai yang telah melalui proses perendaman dan perebusan dengan larutan GDL. Hasil pengujian respon pH kedelai prafermentasi menunjukkan orde *cubic* yang berarti pH kedelai prafermentasi cenderung akan menurun saat penambahan konsentrasi GDL. Kedelai yang dimasak pada larutan pengasam umumnya memiliki pH yaitu 4,3 - 5,7 (Ashenafi dan Busse, 1991). Jika pH awal dari kedelai yang telah dimasak tidak cukup rendah dapat menyebabkan munculnya patogen dan kerusakan pada produk tempe yang dihasilkan. Bakteri tidak dapat berkembang pada kedelai yang memiliki pH 5 atau lebih rendah. Selain itu, pertumbuhan kapang akan sedikit lebih lambat ketika kedelai memiliki pH

dibawah 3,5 (Babu, dkk., 2009).

Hasil pengujian respon kekompakan tempe menunjukkan orde model *cubic* yang berarti peningkatan konsentrasi GDL yang ditambahkan cenderung akan meningkatkan respon kekompakan tempe. Namun, peningkatan konsentrasi GDL akan meningkatkan biaya produksi pada tempe. Oleh karenanya perlu konsentrasi yang optimal, yang tetap dapat menghasilkan mutu yang baik. Tempe yang baik memiliki ciri-ciri yaitu berwarna putih bersih dan merata, permukaan ditutupi oleh miselium kapang secara kompak dan merata serta bila diiris tidak hancur, dan memiliki rasa, bau, dan aroma khas tempe (Syarief, dkk., 1999).

3.3. Optimasi produk

Proses optimasi produk telah dilakukan guna mendapatkan konsentrasi penambahan GDL yang menghasilkan respon yang optimal sesuai target optimasi yang diinginkan. Nilai target optimasi yang dapat dicapai dikenal dengan istilah nilai *desirability* yang ditunjukkan dengan nilai 0 (terendah) – 1 (tertinggi). Tempe yang diinginkan adalah tempe yang memiliki pH kedelai prafermentasi yang rendah dengan kekompakan tempe yang tinggi. Parameter pH larutan *back-slopping* yang diinginkan adalah larutan yang memiliki pH rendah. Laju pertumbuhan kapang *Rhizopus* relatif tetap

Tabel 3. Kriteria yang Digunakan untuk Menetapkan Tempe Optimal dengan Konsentrasi GDL *Inrange*

Parameter	Sasaran	Batas bawah	Batas atas	Importance
kedelai pra-fermentasi	<i>Minimize</i>	5,3	5,4	3
larutan <i>back-slopping</i>	<i>Minimize</i>	4,4	4,9	3
kekompakan tempe	<i>Maximize</i>	10,8	13,5	3

Tabel 4. Perbandingan Nilai Prediksi dengan Hasil Verifikasi

Parameter	Respon		Interval			
	Prediksi	Verifikasi	95% CI Bawah	95% CI Atas	95% PI Bawah	95% PI atas
pH kedelai prafermentasi	5,3	5,3	5,29	5,32	5,27	5,33
pH larutan <i>back-slopping</i>	4,4	4,5	4,36	4,54	4,27	4,62
Kekompakan tempe	13,4	12,9	12,93	13,79	12,62	14,11

Keterangan: CI : *Confident Interval*
PI : *Prediction Interval*

stabil selama pH 3,5 – 5,0 (Babu, dkk., 2009). Kriteria yang digunakan untuk menetapkan tempe yang optimal dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Penambahan konsentrasi GDL optimal yang terpilih memberikan nilai *desirability* yang tinggi yaitu 0,949. Nilai ini menunjukkan adanya kesesuaian yang baik untuk mendapatkan respon yang diinginkan.

3.4. Verifikasi Produk

Proses pembuatan tempe yang telah dioptimasi selanjutnya perlu diverifikasi untuk membandingkan kesesuaian antara nilai prediksi dengan nilai aktual. Verifikasi dilakukan dengan mengulang produksi tempe dengan menggunakan proses pembuatan yang paling bagus yang disarankan pada tahap optimasi. Tahap verifikasi ini bertujuan untuk memberikan bukti bahwa tahapan proses yang dilakukan menghasilkan nilai respon yang masuk dalam kisaran nilai yang ditentukan oleh program

Design Expert 7. Berdasarkan data pada Tabel 4, nampak bahwa tempe hasil verifikasi menunjukkan nilai ketiga respon yang diuji berada pada rentang 95 persen *confident interval* atau 95 persen *prediction interval*. Respon pH kedelai prafermentasi dan pH larutan *back-slopping* menunjukkan bahwa tempe verifikasi masih berada pada rentang 95 persen *confident interval* dan 95 persen *prediction interval*. Respon kekompakan tempe menunjukkan bahwa tempe hasil verifikasi berada pada rentang 95 persen *prediction interval*.

Tempe hasil optimasi kemudian dibandingkan dengan tempe hasil pengasaman alami yang dihasilkan IKM tempe di Lumajang. Kedua tempe ini mempunyai karakteristik miselium yang penuh dan merata (Gambar 4). Hasil pengujian Paired Sample T-test menunjukkan bahwa parameter pH larutan dan pH kedelai prafermentasi setelah perendaman pada tempe hasil optimasi berbeda nyata ($p > 0,05$) dengan tempe hasil pengasaman alami. Sebaliknya,



Gambar 4. Perbandingan Pertumbuhan Miselium Tempe Hasil Pengasaman Alami (Kiri) dan Tempe Hasil Optimasi dengan Penambahan GDL (kanan)

Tabel 5. Perbandingan Parameter Tempe Hasil Optimasi dengan Tempe Pengasaman Alami

Sampel	Parameter		
	pH kedelai pra-fermentasi*	Kekompakan tempe*	pH larutan setelah perendaman*
Tempe hasil optimasi	5,3 ^a	12,9 ^a	4,9 ^a
Tempe hasil pengasaman alami	4,6 ^b	13 ^a	4,4 ^b

*Angka-angka pada kolom yang sama diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($p > 0,05$) (*Paired Samples T-Test*)

pada parameter kekompakan tempe menunjukkan bahwa tempe hasil optimasi tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan tempe hasil pengasaman alami. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya bahwa tempe hasil pengasaman kimiawi dengan menggunakan GDL memiliki citarasa serupa dengan tempe hasil pengasaman alami (Nurzaim, 2013).

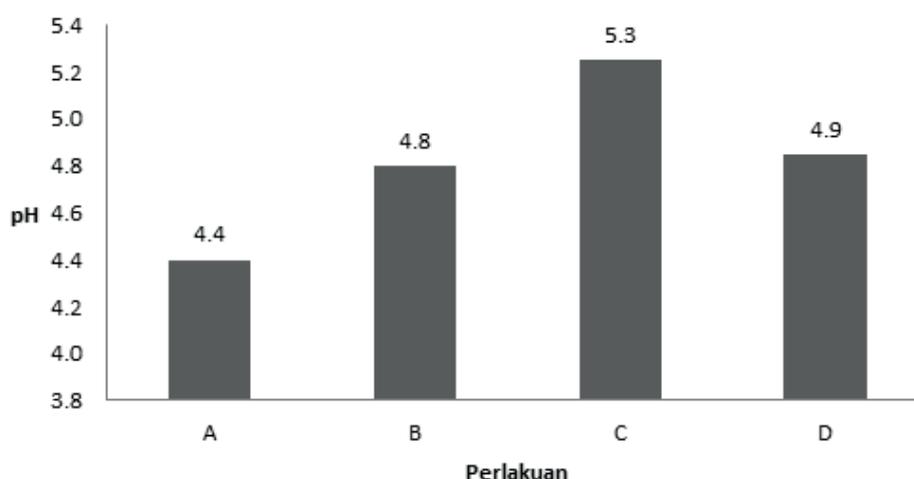
Tempe hasil optimasi memiliki pH kedelai prafermentasi yang lebih tinggi daripada tempe hasil pengasaman alami (Tabel 5). Perbedaan nilai pH kedelai prafermentasi ini dapat disebabkan oleh perbedaan lamanya waktu perendaman. Perendaman yang lebih lama akan menghasilkan tekstur kedelai yang lebih lunak sehingga penyerapan asam pada kedelai lebih banyak. Parameter nilai pH larutan setelah perendaman juga dipengaruhi oleh lama perendaman dan perbedaan pH awal larutan. Selama proses pengasaman alami terjadi fermentasi asam laktat yang menghambat pertumbuhan patogen dan mikroba pembusuk pada tempe. Jenis mikro organisme yang umum ditemukan adalah jenis-jenis bakteri pembentuk asam-asam organik yaitu bakteri dari kelompok *Enterobacillus* seperti *Lactobacillus sp.*, *L. plantarum*, dan sebagainya (Pawiroharsono, 1996). Larutan *back-slopping* ke 1 (satu) hasil optimasi memiliki pH larutan awal yaitu 4,5 namun lama perendaman hanya selama 3,5 jam sehingga tekstur pada kedelai tidak terlalu lunak dan kesempatan penyerapan asam pada saat

perendaman pun lebih singkat.

3.5. Karakterisasi Tempe Hasil *Back-slopping* 2

Penggunaan larutan *back-slopping* ke 2 (dua) dari larutan sisa hasil rendaman sebelumnya diharapkan dapat menghemat penggunaan GDL. Hasil pengamatan visual secara subjektif menunjukkan bahwa proses perendaman dan pemasakan dengan menggunakan larutan *back-slopping* ke 2 (dua) menghasilkan kedelai yang relatif lebih lengket dibandingkan dengan kedelai hasil perendaman larutan GDL awal dan *back-slopping* ke 1 (satu). Hal ini mungkin disebabkan oleh akumulasi sisa zat yang dihasilkan pada proses perendaman sebelumnya.

Penambahan GDL pada larutan *back-slopping* ke 2 (dua) bertujuan untuk menurunkan pH larutan *back-slopping* ke 2 (dua) yang awalnya sebesar 5,3. Penambahan GDL menurunkan pH larutan *back-slopping* ke 2 (dua) menjadi 4,9 (Gambar 5). Penambahan bahan pengasam pada proses perendaman kedelai dilakukan untuk menurunkan pH larutan dan kedelai prafermentasi hingga pH 5,0 atau lebih rendah (Babu, dkk., 2009). Langkah ini dilakukan untuk menurunkan pertumbuhan mikroorganisme patogen yang tidak diinginkan yang dapat menyebabkan kerusakan pada tempe serta memberi pH yang cocok bagi media tumbuh kapang tempe.



Gambar 5. Grafik perubahan rata-rata pH larutan *back-slopping* 2

Keterangan : Perlakuan (A) Larutan *back-slopping* ke 1(satu) + GDL, (B) Larutan *back-slopping* ke 1(satu)+GDL setelah perendaman,(C) Larutan *back-slopping* ke 2(dua), dan (D) Larutan *back-slopping* ke 2(dua) + GDL



Gambar 6. Perbandingan Pertumbuhan Miselium Kapang pada Tempe Hasil Pengasaman Alami (kiri) dan Tempe Hasil *Back-Slopping*2 (kanan)

Tempe hasil *back-slopping* ke 2 (dua) memiliki miselium penuh, aroma dan rasa khas tempe, dan tekstur yang kompak saat diiris menunjukkan bahwa tempe termasuk dalam kriteria baik menurut Syarief, dkk., (1999). Perbandingan pertumbuhan miselium tempe hasil *back-slopping* ke 2 (dua) dengan tempe hasil pengasaman alami dapat dilihat pada Gambar 6. Tempe hasil *back-slopping* 2 memiliki kekompakan tempe yang tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan tempe hasil pengasaman alami. Hasil uji pembedaan sederhana keseluruhan atribut sensori menunjukkan bahwa tempe hasil *back-slopping* ke 2 (dua) tidak berbeda nyata ($p>0,05$) dengan tempe hasil pengasaman alami.

3.6. Analisis Keuntungan Penerapan Teknologi *Back-slopping*

Industri pengolahan tempe di Indonesia memiliki prospek yang cukup baik karena tempe merupakan makanan tradisional yang telah dikenal oleh hampir seluruh masyarakat Indonesia (Astuti, dkk., 2000) dan saat ini pun telah tersedia industri pengolahan produk tempe skala nasional. Pembuatan tempe di Indonesia umumnya dilakukan pada industri skala kecil, terutama industri rumah tangga. Industri skala kecil mengolah kedelai kurang dari 300 kg per hari dan industri skala besar mengolah lebih dari 300 kg kedelai per hari (Kurniasari, 2010).

Faktor yang mempengaruhi besar kecilnya suatu skala usaha terutama pada industri pengolahan adalah kapasitas produksi, volume

usaha, biaya dan manfaat (Sulaeman, 1996). Biaya produksi terbagi menjadi biaya tetap dan biaya variabel. Selain itu, terdapat biaya investasi yang terdiri dari biaya bangunan dan semua peralatan yang digunakan dalam proses produksi tempe. Total biaya investasi usaha tempe yaitu Rp. 27.970.000,- (rincian biaya tidak ditampilkan). Setiap komponen pada biaya investasi memiliki asumsi umur dan nilai sisa yang digunakan untuk menghitung biaya penyusutan yang akan dimasukkan pada perhitungan biaya tetap. Biaya penyusutan diperoleh dari pembagian selisih harga perolehan aset/investasi dan nilai sisa dengan perkiraan umur pakai alat usaha. Besarnya total biaya penyusutan per hari yang diperoleh adalah Rp. 6.575,-. Biaya pemeliharaan merupakan biaya yang dikeluarkan untuk memelihara bangunan dan peralatan usaha. Besarnya biaya pemeliharaan bangunan dan peralatan per hari masing-masing yaitu Rp. 6.194,- dan Rp. 778,- (Tabel 6).

Biaya tetap merupakan biaya yang tidak bergantung pada besar kecilnya volume produksi. Pada produksi tempe yang termasuk biaya tetap antara lain biaya tenaga kerja tetap, biaya pemeliharaan peralatan, biaya pemeliharaan bangunan, biaya penyusutan peralatan. Total biaya tetap per hari pada analisis ini adalah Rp. 163.557,- (Tabel 6).

Pada analisis ini, produksi tempe dengan proses pengasaman alami (tempe kontrol) dan pengasaman kimiawi ("*Quick Tempe*") memiliki kesamaan pada biaya tetap dan biaya

Tabel 6. Biaya Tetap Per Hari

Komponen	Biaya (Rp/hari)
Total biaya penyusutan	6.575
Biaya tenaga kerja	150.000
Biaya pemeliharaan bangunan	6.194
Biaya pemeliharaan alat	788
Total	163.557

investasi. Perbedaan biaya terletak pada biaya variabel. Biaya variabel merupakan biaya yang bergantung pada besar kecilnya produksi tempe yang dilakukan. Biaya variabel pada produksi "Quick Tempe" terdiri dari biaya kedelai, GDL, ragi, kayu bakar, pelepah pisang, pepaya muda dan tenaga kerja (Tabel 7). Penambahan pepaya muda pada pembuatan tempe dan penggunaan pelepah pisang sebagai pembungkus pada proses fermentasi tempe sudah menjadi budaya bagi beberapa pengrajin tempe di Lumajang. Pada proses produksi tempe dengan pengasaman alami tidak terdapat biaya untuk pembelian GDL. Penggunaan GDL dalam produksi tempe memang meningkatkan biaya

produksi dibandingkan dengan pembuatan dengan proses pengasaman alami. Namun, penggunaan GDL dalam produksi tempe akan mempersingkat waktu perendaman kedelai sehingga akan meningkatkan perputaran dana pada pengrajin. Penerapan teknologi *back-slopping* juga dapat menghemat penggunaan GDL yang membantu menekan biaya produksi.

Total biaya produksi merupakan hasil penjumlahan antar biaya tetap dan biaya variabel. Harga pokok produksi merupakan hasil pembagian antara total biaya produksi dengan jumlah volume keseluruhan tempe yang dihasilkan. Hasil perhitungan menunjukkan

Tabel 7. Biaya Variabel Produksi Tempe Per Hari Masing-Masing Perlakuan

Komponen	Jumlah	Satuan	Harga satuan (Rp)	Biaya (Rp)		
				Kontrol	"Quick Tempe" Tanpa <i>back-slopping</i>	"Quick Tempe" Dengan <i>back-slopping</i>
Kedelai	275	Kg	8.200	2.255.000	2.255.000	2.255.000
Laru tempe	2	Bungkus	2.500	5.000	5.000	5.000
Kayu bakar	1	Paket	75.000	75.000	75.000	75.000
Pelepah pisang	6	Ikat	5.000	30.000	30.000	30.000
Pepaya muda	20	Buah	2.000	40.000	40.000	40.000
Biaya listrik	1	Hari	10.000	10.000	10.000	10.000
GDL	5 ^a 2,53 ^b	Kg	40.000	0	247.500 ^a	113.850 ^b
Total				2.415.000	2.662.500	2.528.850

Tabel 8. Perbandingan Harga Produksi Tempe Per Hari

Komponen	Perlakuan		
	Tempe kontrol	"Quick Tempe" (tanpa penerapan <i>back-slopping</i>)	"Quick Tempe" (dengan penerapan <i>back-slopping</i>)
Total biaya produksi (Rp)	2.578.557	2.826.057	2.692.407
Tempe yang dihasilkan (potong)	825	825	825
HPP (Rp)	3.126	3.426	3.264
Total pendapatan (Rp)	3.300.000	3.300.000	3.300.000
Laba (Rp)	721.443	473.943	607.593

Tabel 9. Perbandingan Total Keuntungan (Laba) selama 4 (empat) Hari Produksi

Produksi	Jumlah <i>batch</i> produksi	Total keuntungan (Rp)
Tempe Kontrol	1	721.443
“Quick Tempe” tanpa <i>back-slopping</i>	2	947.886
“Quick Tempe” dengan <i>back-slopping</i>	2	1.081.536

bahwa total biaya produksi tertinggi terdapat pada “Quick Tempe” tanpa *back-slopping* yaitu Rp. 2.826.057,- dengan nilai HPP per hari yaitu Rp. 3.426,-. “Quick Tempe” dengan penerapan *back-slopping* memiliki total biaya produksi per hari yaitu Rp. 2.692.407,- dengan nilai HPP per hari yaitu Rp. 3.264,- (Tabel 8). Hal ini menunjukkan teknologi *back-slopping* dapat menurunkan total biaya produksi “Quick Tempe” per hari sebesar 4,8 persen. Total biaya produksi tempe pengasaman alami (tempe kontrol) yaitu Rp. 2.578.557,- dan nilai HPP per hari yaitu Rp. 3.126,-. Produksi tempe dengan basis 275 Kg kedelai dapat menghasilkan tempe sebanyak 825 potong. Total pendapatan diperoleh dari hasil perkalian harga jual tempe per potong dengan total keseluruhan tempe yang dihasilkan. Apabila asumsinya harga jual tempe sebesar Rp. 4.000,-/potong maka total pendapatan perhari yaitu Rp. 3.300.000,-. Laba merupakan selisih antara total pendapatan dengan total biaya produksi per hari.

Produksi tempe kontrol untuk sekali produksi membutuhkan waktu selama 4 hari hingga menghasilkan tempe yang siap dijual kepada konsumen. Seperti dilihat pada Tabel 9, hasil perhitungan menunjukkan total keuntungan produksi tempe kontrol yaitu Rp. 721.443,-. Dengan waktu yang sama, produksi tempe dengan bantuan GDL dapat dilakukan selama dua kali produksi dan menghasilkan jumlah tempe yang lebih banyak. Produksi pada hari pertama dilakukan dengan menggunakan larutan GDL segar. Produksi hari kedua dilakukan penerapan teknologi *back-slopping* yaitu sisa hasil perendaman GDL hari pertama dapat digunakan kembali dengan penambahan GDL hingga pH yang diinginkan. Produksi “Quick Tempe” tanpa penerapan teknologi *back-slopping* meningkatkan keuntungan sebesar 31,4 persen dari total keuntungan tempe kontrol. Total keuntungan yang diperoleh dari produksi “Quick Tempe” yang disertai dengan penerapan teknologi *back-slopping* yaitu Rp. 1.081.536,-. Hal ini menunjukkan bahwa produksi “Quick

Tempe” disertai penerapan teknologi *back-slopping* akan meningkatkan total keuntungan yang lebih besar dibandingkan dengan produksi tempe kontrol yaitu 49,9 persen.

IV. KESIMPULAN

Penggunaan larutan GDL *back-slopping* ke 1 (satu) dan ke 2 (dua) dengan penambahan GDL kembali dalam pembuatan “Quick Tempe” pada skala industri rumah tangga dapat menghasilkan karakteristik fisik tempe yang memiliki miselium penuh, aroma dan rasa khas tempe, dan tekstur yang kompak (ketika diiris tidak rontok). Tempe hasil *back-slopping* memiliki keseluruhan atribut sensori dan kekompakan yang tidak berbeda nyata dengan tempe hasil pengasaman alami. Penerapan teknologi *back-slopping* juga dapat menurunkan 4,8 persen total biaya produksi “Quick Tempe” dibandingkan tanpa penerapan *back-slopping* dan dapat meningkatkan total keuntungan sebesar 49,9 persen dibandingkan tempe pengasaman alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Andarwulan, N, Kusnandar F, Herawati D. 2011. *Analisis Pangan*. Jakarta: PT. Dian Rakyat
- Ashenafi, M dan Busse, M. 1991. The microflora of soak water during Tempe production from various beans. *Journal of Applied Microbiology*. 70. 334-338
- Astuti, M, Meliala, A Dalais, FS, dan Wahlqvist, ML. 2000. Review Article : Tempe, A Nutritious and Healthy Food from Indonesia. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* . 9(4) : 322-325
- Babu, PD, Bhakayaraj, R ,Vidhyalakshmi, R. 2009. A Low Cost Nutritious Food “Tempe” – A Review. *World Journal of Dairy & Food Sciences* 4(1): 22-27
- [BSN]. Badan Standardisasi Nasional. 2012. SNI 3144: 2009, *Tempe Kedelai*. [terhubung berkala] <http://www.bsn.go.id> (diakses tanggal 19 Juli 2013).
- [FDA] Food Drugs Administration. 2013. Code Of Federal Regulation Tittle 21. Maryland (US) : U.S Food and Drugs Administration
- GuoQing, JIA, Shi QIU, GuanNa LI, Jun ZHOU, Zhaochi FENG, Can LI. 2009. *Alkali-Hidrolisis*

of *D-Glucono-Delta-Lactone Studied by Chiral Raman and Circulation Dichroism Spectroscopies*. Science China Series B-Chemistry. 52(5): 552-558

Hermana dan Karmini, M. 1996. Pengembangan teknologi pembuatan tempe. *Di dalam* Sapuan dan N Soetrisno (eds.). *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Jakarta: Yayasan Tempe Indonesia.

Kurniasari, E. 2010. *Analisis Dampak Kenaikan Harga Kedelai di Sentra Industri Tempe Kelurahan Semanan Jakarta Barat* [skripsi]. Bogor (ID) : Institut Pertanian Bogor.

Kuswanto, KR. Industrialization of tempe fermentation. *Di dalam* Steinkraus K H (ed.). 2004. *Industrialization of Indigenous Fermented Foods*. 2nd ed. New York: Marcel Dekker

Liu K. 1997. *Soybean Chemistry, Technology, and Utilization*. New York: Chapman & Hall, International Thomson Publ.

Meilgaard, MG, dan Carr, BT. 1999. *Sensory Evaluation Technique*. CRC press, Boca Raton

Nout MJR dan Kiers JL. 2005. A Review Tempe Fermentation, Innovation, and Functionality: Update into The Third Millenium. *Journal of Applied Microbiology*.98(4):789-805.

Nurzaim, FH. 2013. *Implementasi Teknologi "Quick Tempe" Termodifikasi pada Skala Industri Rumah Tangga dan Uji Awal Penggunaan Ulang Larutan Pengasam* [Skripsi]. Bogor : IPB

Pawiroharsono, S. 1996. Aspek Mikrobiologi Tempe. *Di dalam* Sapuan & N. Soetrisno (eds). *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Jakarta : Yayasan tempe Indonesia

Prawira, IKP. 2012. *Laporan Kegiatan Uji Coba Quick Tempe di Lumajang*.

Sarwono, B. dan Saragih, YP .2004. *Membuat Aneka Tahu* Cetakan III. Jakarta: Penebar Swadaya

Syarief, R., J. Hermanianto, P. Hariyadi, S. Wiraatmaja, Suliantari, D. Syah, N.E. Suyatma, Y.P. Saragih, J.H Arisasmata, I. Kuswardani, dan M. Astuti. 1999. *Wacana Tempe Indonesia*. Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala.

Suhaidi, I. 2003. *Pengaruh Lama Perendaman Kedelai dan Jenis Zat Penggumpal terhadap Mutu Tahu* [skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.

Sulaeman, S. 1996. Skala Usaha Bisnis Tempe Di Indonesia. *Di dalam* Sapuan & N. Soetrisno (eds). *Bunga Rampai Tempe Indonesia*. Jakarta : Yayasan Tempe Indonesia

Yeong B.Y., A.A Basry, dan Puruhita, A (Eds). 1999. *Wacana Tempe Indonesia*. Surabaya: Universitas Katolik Widya Mandala

Warisno dan Kres D. 2010. *Meraup Untung dari*

Olahan Kedelai. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka
Wijaya CH. 2008. Quick Tempe. *Di dalam* : Business Innovation Center. *100 Inovasi Paling Prospektif*. Jakarta : Menristek

BIODATA PENULIS :

C. Hanny Wijaya, lahir di Semarang 22 April 1960. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Hasil Pertanian, IPB tahun 1982, S2 Agricultural Chemistry, di Universitas Hokkaido tahun 1987 dan S3 Agricultural Chemistry di Universitas Hokkaido tahun 1990.

Siti Nurjanah, lahir di Sukabumi 31 Januari 1976, Menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Pangan dan Gizi di IPB tahun 1999, S2 Bioteknologi IPB tahun 2006 dan S3 Ilmu Pangan IPB tahun 2014.

Qabul Dinanta Utama, lahir di Gunung Sari 24 Desember 1991. Menempuh pendidikan S1 di Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB dan saat ini sedang menyelesaikan S2 Ilmu Pangan di IPB.

Halaman ini sengaja dikosongkan