

PEMANFAATAN AMPAS TAHU SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KECAP DENGAN KAPANG *Aspergillus oryzae*

Widayat dan H. Satriadi*)

Abstrak

Ampas tahu merupakan limbah dari industri pembuatan tahu yang masih mengandung 17,4 % protein, 67,5 % karbohidrat, 5,9 % lemak dan 4,9 % air. Ampas tahu ini biasanya hanya dimanfaatkan sebagai tempe gembus, oncom, tauco maupun campuran makanan ternak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat kecap dari ampas tahu dengan kapang *Aspergillus oryzae* dan memperoleh kondisi optimumnya. Proses pembuatan kecap pada prinsipnya terdiri dari fermentasi bahan baku (koji), fermentasi didalam larutan garam (moromi), penyaringan dan pemasakan (penambahan bumbu). Variabel tetap pada penelitian ini adalah berat ampas tahu 1000 gr dan suhu fermentasi pada suhu kamar. Variabel berubah yang dipelajari adalah penambahan yeast, waktu fermentasi dan waktu penyimpanan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu fermentasi merupakan variabel yang paling berpengaruh, diikuti oleh konsentarsi yeast dan waktu penyimpanan. Model matematika untuk optimasi waktu fermentasi dan konsentarsi yeast adalah $Y = 3,1134 + 14,4571 X_1 + 1,2378 X_2 - 73 X_1^2 + 0,5 X_1 \cdot X_2 - 0,1925 X_2^2$, dengan X_1 adalah waktu fermentasi, X_2 adalah konsentarsi yeast dan Y adalah konsentarsi protein. Kondisi optimum didapat sebagai berikut konsentarsi yeast 0,11% dengan waktu fermentasi 80,61 jam (3,36 hari) dan diperoleh kadar protein yang optimal adalah 5,9%.

Kata kunci : ampas tahu, konsentarsi protein, *Aspergillus oryzae*, waktu fermentasi, konsentarsi yeast

Pendahuluan

Pangan merupakan salah satu kebutuhan pokok bagi manusia. Peningkatan suatu produk dengan harga murah dan nilai gizi baik dari segi kualitas maupun kuantitas sangat diharapkan. Tahu merupakan bahan makanan yang terbuat dari kedelai yang mempunyai kandungan protein 30,2 % (basah) dan 34,9 % (kering). Industri tahu menghasilkan limbah cair dan padat (ampas tahu). Ampas tahu masih mengandung cukup kalori dan zat-zat pembangun tubuh seperti protein, karbohidrat, lemak dan mineral seperti disajikan dalam tabel 1 (Oey, 1992).

Tabel 1. Susunan Kimia Ampas Tahu (dalam 100 gr ampas tahu) (Oey, 1992).

Komponen Kimia	Kadar
Kalori	393 kal
Protein	17,4 gr
Lemak	5,9 gr
Hidrat Arang	67,5 gr
Kalsium	19 mgr
Pospor	29 mgr
Besi	4 mgr
Mineral	4,3 gr
Air	4,9 gr

Kandungan protein ampas tahu masih cukup tinggi sehingga memungkinkan sebagai bahan baku

dalam pembuatan kecap. Ampas tahu sampai saat ini banyak dimanfaatkan sebagai makanan ternak, bahan baku makanan oncom, bahan baku tempe "gembus". Ampas tahu yang dihasilkan oleh tiap-tiap pabrik tahu mempunyai komposisi kimiawi yang berbeda. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan dalam penggunaan bahan dasar kedelai, bahan pembantu, peralatan maupun proses pengolahan yang dilakukan. Sesuai dengan bentuknya ampas tahu tidak dapat disimpan lebih dari 1 hari karena nutrisi dan kadar airnya yang tinggi sehingga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme, lalat maupun serangga lainnya yang tidak dikehendaki.

Bahan pangan dengan kadar air tinggi ($A_w = 0.95 - 0.99$) umumnya ditumbuhi oleh semua jenis mikroorganisme, tetapi karena bakteri dapat tumbuh lebih cepat daripada kapang atau khamir, maka kerusakan karena bakteri lebih banyak dijumpai. Oleh karena kapang dan khamir dapat tumbuh pada nilai aktivitas air lebih rendah daripada bakteri, maka bahan-bahan pangan lebih kering cenderung untuk mengalami kerusakan akibat organisme tersebut (Supardi dan Sukamto, 1999).

Kecap adalah cairan kental yang mengandung protein, diperoleh dari rebusan kedelai yang telah difermentasikan dan ditambah gula, garam serta rempah-rempah (Rahayu, dkk., 1993). Salah satu kriteria untuk menilai kualitas kecap adalah kadar proteinnya. Protein yang terlarut dalam filtrat kecap diperoleh dari hidrolisis protein kedelai oleh enzim

*) Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof Sudarto, SH Tembalang 50239 E-mail: yayat_99@yahoo.com

jamur. Kecap juga didefinisikan sebagai bahan penyedap makanan yang berbentuk cairan yang diperoleh dari hasil fermentasi dengan bahan pokok kedelai ditambah bahan lainnya (Indrawati, 1981). Adapun mutu kecap sesuai standart nasional secara lengkap disajikan pada tabel 2

Tabel 2 Syarat Mutu Kecap

Parameter	Jumlah
Berat Jenis	Minimum 1,35
Kadar protein	Mutu I min. 6 % Mutu II min. 2 %
PH	4,62
Bau, rasa dan warna	Normal / biasa
Garam (NaCl)	Maksimum 10 %
Sakarosa	Minimum 20 %
Gula	10 – 20 %
Reaksi terhadap lakmus	Tidak boleh alkalis
Zat pemanis dan warna buatan	Negatif
Asam benzoat atau garamnya	Maks. 250 mg /kg Negatif
Bahan-bahan berbahaya dan jamur	

Kecap dapat dibuat dengan dua cara yaitu secara hidrolisis dan fermentasi. Pembuatan kecap secara hidrolisis pada dasarnya adalah pemecahan protein secara khemis maupun enzimatis sehingga dihasilkan asam-asam amino dan peptida. Hidrolisis secara khemis biasanya dilakukan menggunakan asam kuat. Tetapi selama hidrolisis ada beberapa asam amino yang rusak dengan pertambahan waktu hidrolisis. Secara teori, hidrolisis sempurna pada protein juga dapat dilakukan menggunakan enzim, akan tetapi membutuhkan waktu yang lebih lama serta pengaturan kondisi yang lebih kompleks.

Pembuatan kecap secara fermentasi mengandalkan ragi atau starter kecap sebagai sumber mikroorganisme yang menghasilkan enzim pengurai protein. Waktu produksinya memang relatif lama karena fermentasi berlangsung secara alami. Namun rasa dan aroma kecap yang dibuat dengan cara ini lebih harum, gurih dan nikmat. Pada pembuatan kecap dengan proses fermentasi akan terjadi beberapa proses yang menguntungkan diantaranya mengawetkan, menghilangkan bau yang tidak diinginkan, meningkatkan daya cerna, menambah flavor dan menghasilkan warna.

Selama proses pembuatan koji terjadi perombakan senyawa kompleks biji kedelai secara enzimatis. Enzim yang penting adalah enzim protease yang akan menghidrolisis protein kompleks yang tidak larut menjadi polipeptida, peptida dan lebih lanjut menjadi asam amino. Perombakan protein kedelai oleh jamur dalam fermentasi memang tidak seluruhnya menjadi berbentuk asam amino karena protease jamur mempunyai spesifikasi memotong ikatan peptida secara

acak sehingga hasil utamanya berupa peptida-peptida. Selama proses ini juga terjadi hidrolisa pati menjadi disakarida dan monosakarida, dan hidrolisa sukrosa menjadi invertase. Selama proses fermentasi terjadi kenaikan nitrogen terlarut, asam amino maupun amonia. Perubahan lainnya yaitu kenaikan gula reduksi hasil pemecahan sukrosa oleh invertase maupun hidrolisis pati oleh amilase. Derajat keasaman dan suhu juga meningkat, sedangkan kadar air mengalami penurunan.

Fermentasi tahap kedua pada pembuatan kecap adalah fermentasi dalam larutan garam atau sering disebut moromi. Koji setelah dikeringkan dan dihilangkan sporanya dipindahkan ke dalam wadah yang sudah diberi larutan garam 20 % (b/v). Pada awal fermentasi ini masih terjadi perombakan oleh enzim-enzim yang telah dikeluarkan selama pembuatan koji walaupun jamurnya sendiri tidak berkembang menjadi asam-asam amino dan hasil fermentasi menjadi gula-gula sederhana yang selanjutnya di fermentasi menjadi asam laktat, alkohol dan karbondioksida. pH moromi turun dari 6,5 – 7,0 menjadi 4,7 – 4,8.

Konsentrasi garam yang tinggi sangat efektif dalam menghambat mikroba yang tidak dikehendaki, terutama bakteri pembusuk, sehingga diharapkan terjadi pertumbuhan bakteri dan khamir yang xerofil. Bakteri xerofil yang diharapkan tumbuh pada awal fermentasi moromi adalah bakteri asam laktat. Bakteri asam laktat ini akan tumbuh pada awal fermentasi, memproduksi asam laktat dan menurunkan pH moromi. Salah satu faktor yang menguntungkan dari tumbuhnya bakteri ini adalah terbentuknya aroma dan flavor. Pertumbuhan bakteri ini juga dapat mengurangi bau khas (*dru-like smell*) yang dibuat dari kultur murni *A. sojae*. Penurunan pH fermentasi juga dapat menstimulasi tumbuhnya bakteri khamir yang xerotoleran yang penting didalam flavor kecap. Pada media dengan garam 18 % *Saccaromyces rouxii* hanya dapat tumbuh pada internal pH 4–5. Tahap akhir proses pembuatan kecap adalah pengepresan dan penyaringan. Filtrat yang diperoleh dimasak dan ditambah bumbu-bumbu yang berupa kluwak, daun salam, sereh, gula merah dan lengkuas. Flavor kecap berasal dari bumbu-bumbu yang ditambahkan, yang jumlahnya dan jenisnya tergantung dari selera masing-masing pabrik kecap (Rahayu dkk., 1993).

Faktor- faktor dan variabel yang berpengaruh pada proses pembuatan kecap adalah aerasi, suhu fermentasi, kadar air, pH, waktu fermentasi, konsentrasi yeast dan waktu penyimpanan (Rahayu dkk, 1993). Jenis ragi yang umum digunakan adalah *Aspergillus*. Pada dasarnya proses pembuatan kecap didominasi oleh aktivitas kapang, diantaranya jenis *Aspergillus oryzae*. Sedangkan khamir hanya merupakan agensia sekunder. Khamir berfungsi aktif sebagai agensia penambah flavor dan aroma kecap

dan aktivitasnya berlangsung pada proses penggaraman atau sewaktu pengkojian.

Jamur yang digunakan adalah *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus oryzae*. *Aspergillus flavus* memiliki afinitas yang besar terhadap kacang maupun biji berlemak lainnya. Pertumbuhannya pada substrat dapat merusak dan membahayakan karena terbentuknya toksis yang disebut dengan aflatoksin. Namun, *Aspergillus flavus* juga dapat menghasilkan enzim-enzim yang sangat berperan dalam industri, dapat menghasilkan antibiotik maupun substansi lain yang sangat bermanfaat. Jamur ini menghasilkan enzim diostatik dan proteolitik yang banyak dipakai pada industri alkohol, sake, soy sauce, maupun bahan berprotein tinggi yang lain. *Aspergillus flavus* juga menghasilkan asam yang disebut kojic acid yang memiliki sifat sebagai antibiotik, senyawa vitamin yang diantaranya flavin pigmen yang dapat dibuat tablet sebagai sumber vitamin B₂. *Aspergillus oryzae* memiliki nilai ekonomi yang besar karena banyak digunakan dalam industri fermentasi bahan makanan, baik di Jepang maupun negara-negara Asia. Beberapa proses fermentasi yang menggunakan jamur ini adalah pembuatan sake, miso, hamonato, tanekoji sebagai sumber enzim untuk memproduksi susu dan pembuatan kecap. *Aspergillus oryzae* tidak menghasilkan aflatoksin seperti *Aspergillus flavus* (Rahayu dkk, 1993).

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan ampas tahu untuk pembuatan kecap dan mencari kondisi optimum dari variabel yang berpengaruh dengan metode respon permukaan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan variabel tetap berat ampas tahu 1000 gr dan suhu fermentasi pada suhu kamar. Variabel proses yang digunakan seperti disajikan dalam tabel 3.

Tabel 3. Variabel proses dengan faktorial design 2³

Run	X ₁ (t f)	X ₂ (% yeast)	X ₃ (t p)
1	-	-	-
2	-	+	-
3	+	-	-
4	+	+	-
5	-	-	+
6	-	+	+
7	+	-	+
8	+	+	+

Keterangan :

% yeast : Penambahan yeast : sebesar 0,05 % (-) dan 0,15 % (+),

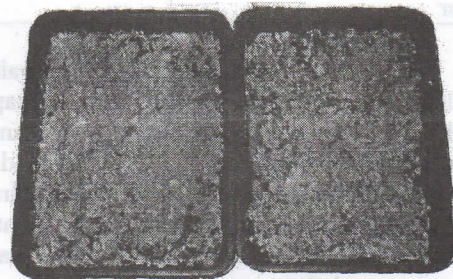
tf : waktu fermentasi selama 2 (-) dan 4 (+) hari

tp : waktu penyimpanan 7 (-) dan 15 (+) hari

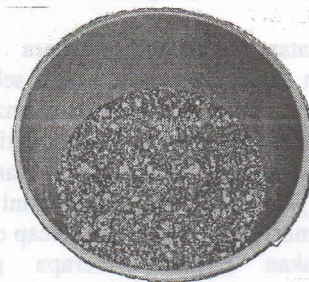
Respon yang diambil adalah kadar protein pada kecap karena salah satu kriteria untuk menilai kualitas kecap adalah kadar proteinnya. Data yang diperoleh

diolah untuk mencari variabel yang paling berpengaruh dan selanjutnya dua buah variabel yang berpengaruh dioptimasi dengan metode respon permukaan. Sebagai data pendukung, produk kecap juga diukur densitas dan pH. Selain itu juga dilakukan uji organoleptis untuk mengetahui pendapat dari sejumlah responden tentang rasa, bau dan warna dari kecap hasil penelitian.

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap. Tahap pertama yaitu pembuatan inokulum murni *Aspergillus oryzae* yaitu dengan cara membiakkan *Aspergillus oryzae* pada nasi selama 3-5 hari. Setelah berspora lebat kemudian dikeringkan dan dihaluskan. Tahap kedua adalah pembuatan kecap yaitu ampas tahu dikukus, diperas, didinginkan kemudian ditaburi dengan *Aspergillus oryzae* untuk difermentasikan selama 2-4 hari (seperti disajikan dalam gambar 1) kemudian dilakukan perendaman dalam larutan garam selama 2 minggu (seperti disajikan dalam gambar 2). Hasil fermentasi dalam larutan garam disaring kemudian filtratnya diambil untuk dimasak menjadi kecap. Tahap ketiga adalah analisa protein dari kecap yang dihasilkan dengan metode Kjeldahl.



Gambar 1. Tempat fermentasi ampas tahu



Gambar.2 Tempat fermentasi dalam larutan garam

Hasil dan Pembahasan

Untuk mengetahui variabel yang paling berpengaruh pada proses pembuatan kecap secara fermentasi dengan inokulum murni *Aspergillus oryzae* digunakan metode faktorial design. Dari percobaan yang dilakukan diperoleh persamaan yield sebagai berikut

$$Y = 5,56 + 0,22X_1 + 0,13X_2 - 0,045X_3 + 0,02X_{12} - 0,045X_{123} \quad (1)$$

dimana;

X₁ adalah waktu fermentasi

X₂ adalah konsentrasi yeast

X₃ adalah waktu penyimpanan

Persamaan 1 menunjukkan bahwa X₁ memiliki nilai koefisien terbesar yaitu sebesar 0,22 sehingga waktu fermentasi merupakan variabel yang paling berpengaruh. Variabel X₂ mempunyai nilai koefisien terbesar setelah X₁ yaitu sebesar 0,13 sehingga variabel kedua yang berpengaruh setelah waktu fermentasi adalah penambahan yeast. Nilai konstanta pada variabel waktu fermentasi dan konsentrasi yeast adalah positif. Hal ini berarti kedua variabel mempunyai pengaruh yang positif, dimana setiap peningkatan nilai kedua variabel ini akan menaikkan nilai konsentrasi protein. Konstanta pada variabel waktu penyimpanan bernilai negatif yang berarti bahwa setiap peningkatan nilai variabel waktu penyimpanan akan menurunkan konsentrasi protein.

Waktu fermentasi merupakan variabel yang paling berpengaruh terhadap pembentukan protein. Waktu yang terlalu pendek jamur belum tumbuh dengan baik sehingga produksi enzim sedikit. Pada hari ke 4 pertumbuhan jamur lebih panjang dibanding hari ke 2 sehingga enzim yang terbentuk juga lebih banyak. Hal ini tidak berarti bahwa semakin lama waktu fermentasi kadar protein yang diperoleh akan semakin tinggi karena pertumbuhan spora dalam jumlah yang sangat besar akan menyebabkan aktivitas proteolitik jamur mulai konstan bahkan cenderung turun. Hal ini berarti bahwa enzim sudah seluruhnya dikeluarkan dari sel. Spora ini tidak dikehendaki karena akan menyebabkan *mouldy of flavour* pada kecap dan timbulnya toksin (Rahayu dkk, 1993).

Penambahan yeast mempunyai efek terbesar kedua setelah waktu fermentasi. Hal ini berhubungan dengan kemampuan yeast dalam metabolisme karbohidrat yang ada dalam bahan baku. Yeast akan mendegradasi karbohidrat menjadi gula, alkohol, asam organik, dan asam glutamat. Asam glutamat ini kemudian dapat memindahkan gugus aminanya ke asam alfa-keto yang lain misal asam oksalasetat membentuk asam amino yang lain dimana asam amino merupakan komponen penyusun protein (Suriawiria, 1986).

Hasil pengukuran densitas kecap adalah range 1,45-1,50. Densitas yang berbeda ini disebabkan karena perbedaan penambahan yeast. Penambahan yeast yang berbeda menyebabkan perbedaan tekstur ampas tahu selama fermentasi sehingga filtrat yang dihasilkan juga mempunyai kekentalan yang berbeda dan densitasnya juga berbeda.

pH kecap yang dihasilkan berkisar antara 5 dan 6. Sedangkan pH menurut standar kecap mutu nasional pH kecap sebesar 4,62. Hal ini disebabkan karena kurang lamanya proses fermentasi dalam larutan garam

yang sering disebut moromi. Bakteri yang tumbuh pada tahap awal fermentasi moromi adalah bakteri asam laktat yang menghasilkan asam laktat dan menurunkan pH moromi. Pertumbuhan bakteri ini juga menguntungkan dalam pembentukan aroma pada kecap yang dihasilkan (Rahayu dkk, 1993).

Uji organoleptis yang dilakukan kecap dengan variabel penambahan yeast 0,15 %, waktu fermentasi 4 hari dan waktu penyimpanan 7 hari paling disukai yaitu sebanyak 24 orang dari 30 responden. Kadar protein yang didapat pada kecap tersebut yaitu sebesar 5,78 % sehingga telah memenuhi standart mutu kecap yaitu mutu II dengan kandungan protein minimum 2 % (Indrawati, 1981)

Tabel 4. Hasil uji organoleptis

Run	warna	Bau	Rasa	Respon
1	Hitam	Kecap	Manis	17
2	Hitam	Asam	Asin	12
3	Hitam	Kecap	Manis	18
4	Hitam	Kecap	Manis	24
5	Hitam	Kecap	Manis	18
6	Hitam	Asam	Asin	14
7	Hitam	Kecap	Manis	20
8	Hitam	Kecap	Manis	22

Tabel 5 menunjukkan bahwa kadar protein kecap hasil penelitian telah memenuhi standart mutu kecap nasional yaitu termasuk kecap mutu II. Begitu juga dengan kadar gulanya. Sedangkan densitas kecap hasil penelitian berada diatas standart mutu kecap sehingga kecap hasil penelitian lebih kental dibanding dengan standart mutu kecap. Tetapi kriteria yang ketiga yaitu pH, tidak memenuhi syarat karena ternyata pH kecap hasil penelitian lebih tinggi dibanding dengan standart mutu kecap nasional. Begitu juga dengan kadar sakarosa. Kadar sakarosa kecap hasil penelitian ternyata jauh dibawah standart mutu kecap nasional sehingga dalam pembuatan kecap ini harus ditambahkan sakarosa lagi. Kadar garam dari kecap hasil penelitian lebih besar dari syarat maksimum yaitu sebesar 10 %. Adanya kandungan garam ini diperoleh pada penambahan garam pada fermentasi tahap kedua (moromi).

Tabel 5. Perbandingan kecap hasil penelitian dengan standart mutu kecap nasional

Pembanding	Standar mutu kecap nasional	Kecap hasil penelitian
Kadar protein	Mutu I min. 6 % Mutu II min. 2 %	5,34 – 5,78 %
Densitas	Min 1,35	1,45 – 1,5
pH	4,62	4 – 6
Gula	10 – 20 %	17,7 – 19,2 %
Sakarosa	Minimum 20 %	3,2 – 4,2 %
Garam	Maksimum 10 %	13,104 – 15,444%

Tabel 6. Hasil optimasi untuk 2 variabel

Run	X ₁	X ₂	Y _o	Y _p	Y _o -Y _p
1	4	0,05	5,43	5,41	0,02
2	2	0,05	5,60	5,62	-0,03
3	4	0,15	5,51	5,50	0,01
4	2	0,15	5,78	5,81	-0,03
5	3	0,03	5,50	5,50	0,00
6	3	0,17	5,70	5,69	0,01
7	1	0,1	5,36	5,39	-0,03
8	4	0,1	5,80	5,76	0,04
9	3	0,1	5,96	5,96	0,00
10	3	0,1	5,96	5,96	0,00

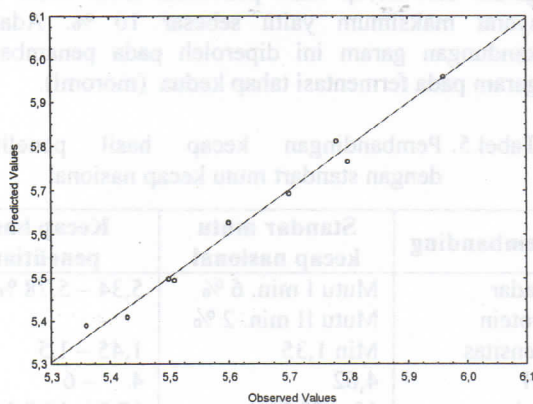
Hasil optimasi seperti disajikan di dalam tabel 6. Model matematik optimasi kadar protein disajikan dalam persamaan 2. Uji model matematika (validasi) dilakukan dengan cara pencocokan hasil percobaan dengan model dan dianalisa dengan anova.

$$Y = 3,1134 + 14,4571 X_1 + 1,2378 X_2 + 73 X_1^2 + 0,5 X_1 X_2 - 0,1925 X_2^2 \quad (2)$$

Tabel 7. Hasil perhitungan ANOVA kadar protein kecap

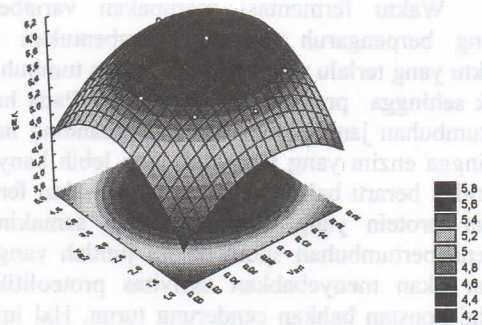
Source	DEF	Mean Square	F-value	R ²	F = 0,05
SS regression	2	0,088	2,679	0,989	4,75
SS error	7	0,033			
SS total	9				

Analisa varian (ANOVA) disajikan pada tabel 7. Koefisien R² sebesar 0,989 mengindikasikan bahwa hanya 1,077 % dari jumlah variasi yang tidak sesuai dengan model. Kebenaran dari fitting model diuji dengan persamaan (2) menggunakan static fisher (F). Nilai F dibandingkan dengan nilai F dari tabel dimana F (p-1, N-p, α). Nilai F = 2,679 lebih kecil dibandingkan dengan harga dari tabel (2,7, 0,5) = 4,75 yang berarti varian bersifat homogeneous dan menerima hipotesa (Ho). Dengan demikian F value berada dalam daerah distribusi normal.



Gambar. 3 Hasil validasi model matematika dengan data percobaan

Gambar 3 merupakan hasil validasi antara model empiris dengan hasil percobaan. Gambar 3 menunjukkan bahwa jumlah simpangan titik-titik dari garis persamaan bersifat minimum dimana titik mendekati garis persamaan yang berarti titik tersebut mendekati hasil yang diprediksikan. Hal ini sesuai dengan teori bahwa semakin lama waktu fermentasi kadar protein yang dihasilkan juga tinggi tetapi setelah hari ketiga aktifitas proteolitik jamur *Aspergillus oryzae* mulai konstan bahkan cenderung turun sehingga kadar protein pada kecap juga cenderung konstan bahkan menurun. Begitu juga dengan semakin besarnya konsentrasi yeast maka kadar protein bertambah tinggi. Hal ini disebabkan karena kepadatan jamur dalam media sehubungan dengan produksi enzim telah maksimum sehingga kemampuan jamur untuk menguraikan karbohidrat sebagai sumber nutrient untuk pertumbuhannya juga telah maksimum.



Gambar. 4 Grafik tiga dimensi untuk optimasi kadar protein

Gambar 4 merupakan hasil optimasi model matematika persamaan 2. Gambar 4 menunjukkan bahwa kondisi optimum kadar protein diprediksikan pada konsentrasi yeast 0,11 % dengan waktu fermentasi 80,61 jam (3,36 hari) sehingga kadar protein yang optimal adalah 5,99 %. Dengan waktu fermentasi yang terlalu pendek dan konsentrasi yeast yang kecil maka jamur belum tumbuh dengan baik sehingga produksi enzim sedikit. Begitu pula spora dihasilkan dalam jumlah besar dapat menyebabkan aktivitas enzim proteolitik jamur mulai berkurang sehingga kemampuan jamur untuk menguraikan karbohidrat sebagai sumber nutrient dan energi untuk pertumbuhannya juga menurun. Hal ini berarti bahwa enzim sudah seluruhnya dikeluarkan dari sel (Rahayu dkk, 1993).

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

- a. Waktu fermentasi merupakan variabel yang paling berpengaruh, selanjutnya variabel konsentrasi yeast dan waktu penyimpanan
- b. Model matematika untuk optimasi yang diperoleh adalah;

$$Y = 3,1134 + 14,4571 X_1 + 1,2378 X_2 + 73 X_1^2 + 0,5 X_1 X_2 - 0,1925 X_2^2$$
- c. Kondisi optimum yang diperoleh pada pembuatan kecap dari ampas tahu dengan kapang *Aspergillus oryzae* yaitu pada konsentrasi yeast 0,11 % dengan waktu fermentasi 80,61 jam (3,36 hari) dengan kadar protein yang optimal adalah 5,99 %.

Daftar Pustaka

Haryoto, 2000, "*Kecap Benguk*", Kanisius, Yogyakarta
 Haryoto, 1995, "*Tempe dan Kecap Kecipir*" Kanisius, Yogyakarta
 Indrawati Ranti, 1981, "*Pembuatan Kecap Keong Sawah*", Balai Pustaka, Jakarta
 Kastyanto F.L Widie, 1989, "*Membuat Tahu*" cetakan ke 4, Penebar Swadaya, Jakarta

Rahayu S. Endang, Indrawati. R., Utami. T, Harmayani E., dan Cahyanto M.N, 1993, "*Bahan Pangan Hasil Fermentasi*", Food and Nutrition Culture Collection (FNCC), Pusat Antar Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta

Rukmana Rahmat, dan Y. Yuyun, 1996, "*Kedelai Budidaya dan Pascapanen*", Kanisius, Yogyakarta

Sudarmadji S., Kasmidjo, R. Sardjono, Wibowo, D Margino, dan S.Rahayu, 1989, "*Mikrobiologi Pangan*", Pusat Antar Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta

Supardi I, dan M. Sukamto, 1999, "*Mikrobiologi dalam Pengolahan dan Keamanan Pangan*", Yayasan Adikarya Ikapi dengan The Ford Foundation, Bandung

Suriawiria Unus, 1986, "*Pengantar Mikrobiologi Umum*", Penerbit Angkasa, Bandung

Oey, Kam Bio, 1992, "*Daftar Analisis Bahan Makanan*", Jakarta, Balai Penerbit FKUI.

Widayat, H Satriadi, N.D. Wahyini dan N Setyaningsih, 2005, "Studi awal Pembuatan Kecap dari Ampas Tahu secara Fermentasi dengan Kapang *Aspergillus oryzae*", *Prosiding Makalah Seminar Nasional "Kejuangan" Teknik Kimia 2005*, Jurusan Teknik Kimia, FTI UPN"veteran" Yogyakarta, 25-26 Januari 2005 ISBN : 1693-4393