

PENGARUH LAMA PENGOVENAN, PERENDAMAN, dan KONSENTRASI ASAM ASETAT TERHADAP MUTU PRODUK dan LIMBAH CAIR PRODUKSI TAHU

Emi Erawati¹, Malik Musthofa²

¹Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email: emisupriyono@gmail.com

Abstrak

Konsep produksi bersih pada industri dilakukan dengan cara menghasilkan limbah yang minimal dengan kualitas produk yang sesuai dengan standar. Adapun parameter yang akan dianalisis dalam penelitian ini antara lain kualitas produk tahu seperti kadar protein, sedangkan untuk parameter uji kualitas air limbah tahu yang akan dianalisis yaitu BOD, COD, TSS, dan pH.

Proses pembuatan tahu terdiri dari penggilingan, pemasakan, penyaringan, penggumpalan, dan pencetakan. Kedelai yang sudah lunak digiling dengan air hangat dengan variabel 1:2 dan 1:4. Selama proses penggilingan ditambahkan air panas sedikit demi sedikit sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Bubur kedelai dimasak selama 10 menit. Dalam keadaan panas bubur kedelai disaring. Susu kedelai digumpalkan susu kedelai dengan penambahan sejumlah asam asetat dengan konsentrasi 1%, dan 5%. Cairan sari kedelai yang masih panas ($\pm 70^{\circ}\text{C}$) dicampur dan ditambahkan dengan bahan penggumpal. Tahu dicetak dalam keadaan panas. Bubur tahu dibiarkan dalam cetakan selama 10-15 menit atau sampai cukup keras (tidak hancur bila diangkat). Tahu dipotong tahu sesuai dengan ukuran yang dikehendaki.

Kondisi operasi yang optimum pada penerapan produksi bersih melalui rekayasa pembuatan tahu dilakukan pada tempuhan 16 dengan lama pengovenan 4 jam, lama perendaman 4 jam, perbandingan komposisi kedelai:air adalah 1:4, dan konsentrasi asam asetat 5%. Perolehan kadar protein sebesar 18,94%, BOD sebesar 2800 mg/L, COD sebesar 3.864,0 mg/L, TSS sebesar 2.900 mg/L, dan pH 4,2.

Kata kunci : limbah tahu; produksi bersih; kondisi optimum

Pendahuluan

Protein merupakan zat makanan yang berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh, zat pembangun dan pengatur yang sangat berguna bagi tubuh manusia. Sebagai zat pembangun, protein merupakan bahan pembentuk jaringan-jaringan baru dan mempertahankan jaringan yang telah ada di dalam tubuh. Sebagai contoh protein dalam sel jaringan bertindak sebagai membran sel yang membentuk jaringan pengikat seperti kolagen dan elastin, serta membentuk protein *inert* seperti rambut dan kuku. Di samping itu protein dapat bekerja sebagai enzim, bertindak sebagai plasma (albumin), dapat bertindak sebagai bagian sel yang bergerak (protein otot), membentuk anti bodi dan kompleks lainnya. Oleh karena itu, kekurangan protein dalam waktu lama dapat mengganggu berbagai proses dalam tubuh dan menurunkan daya tahan tubuh terhadap penyakit (Winarno, 1984).

Diantara bahan makanan yang merupakan penyedia sumber protein nabati tinggi ialah produk olahan kedelai seperti tahu. Industri tahu telah berkontribusi nyata dalam penyediaan pangan bergizi yang cukup terjangkau bagi masyarakat jika dibandingkan dengan sumber protein lainnya yaitu protein hewani seperti daging, susu maupun telur. Namun, disisi lain industri tahu juga berpotensi mencemari lingkungan karena menghasilkan limbah (padat, cair, dan gas) yang jumlahnya cukup besar. Kajian yang komprehensif untuk mengidentifikasi potensi sumber pencemar menjadi upaya nyata dalam merencanakan minimasi limbah dari industri tahu sehingga kelestarian lingkungan dapat terwujud. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengembangan proses industri tahu yang lebih ramah lingkungan dengan tetap menjaga kualitas produknya sehingga tahu tetap dapat menjadi alternatif bahan pangan yang bernilai gizi tinggi namun juga murah.

Saat ini berbagai upaya pelestarian dan pengelolaan lingkungan mendapat perhatian serius dari berbagai kalangan baik itu di pihak pemerintah, dunia usaha/ industri maupun masyarakat yang menyadari bahwa segala aktifitas saat ini tidak akan menghambat produktivitas dan pembangunan yang berkelanjutan di masa yang akan datang.

Tinjauan Pustaka

Menurut ahli botani, kedelai merupakan tanaman yang berasal dari Manchuria dan sebagian Cina, di mana terdapat banyak jenis kedelai liar. Kemudian menyebar ke daerah-daerah tropika dan subtropika. Setelah dilakukan pemuliaan, dihasilkan jenis-jenis kedelai unggul yang dibudidayakan. Umur panen tanaman kedelai berbeda-beda tergantung varietasnya tetapi umumnya berkisar antara 75 dan 105 hari.

Kedelai (*Glycine Max Merr*) merupakan salah satu hasil pertanian yang mempunyai kadar protein sangat tinggi yaitu sebesar 40%, susunan asam amino esensialnya lengkap, dan protein kedelai mempunyai mutu yang mendekati protein hewani (Hardjo, 1964). Komposisi kimia kedelai kering per 100 gram dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Kedelai Kering Per 100 gram

No	Komposisi	Jumlah
1.	Kalori (kkal)	331,0
2.	Protein (gram)	34,9
3.	Lemak (gram)	18,1
4.	Karbohidrat (gram)	34,8
5.	Kalsium (mg)	227,0
6.	Fosfor (mg)	585,0
7.	Besi (mg)	8,0
8.	Vitamin A (SI)	110,0
9.	Vitamin B1 (mg)	1,1
10.	Air (gram)	7,5

(Cahyadi, 2007)

Tahu sebagai salah satu produk olahan kedelai pertama kali dibuat sekitar tahun 200 SM oleh salah seorang juru masak Cina. Juru masak tersebut secara tidak sengaja menambahkan nigari atau larutan garam ke dalam sari kedelai hingga terjadi proses penggumpalan menjadi padatan. Sejak saat itu maka tahu sebagai produk olahan kedelai diterima sebagai suatu sumber kesehatan bagi orang Asia.

Kata tahu berasal dari bahasa Cina yaitu *tao-hu* atau *teu-hu*. Kata *tao* yang berarti kedelai, sementara *hu* berarti lumut atau menjadi bubur. Di Jepang tahu dikenal dengan nama *tofu*, sedangkan dalam bahasa Inggris disebut *soybean curd* atau *tofu*. Syarat mutu tahu berdasarkan SNI 01-3142-1992 dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Syarat Mutu Tahu Berdasarkan SNI 01-3142-1992

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Keadaan :		
	Bau	-	Normal
	Rasa	-	Normal
	Warna	-	Putih bersih atau kuning bersih
	Penampakan	-	Normal tidak berlendir dan tidak berjamur
2.	Abu	% (b/b)	Maks. 1,0
3.	Protein	% (b/b)	Min. 9,0
4.	Serat kasar	% (b/b)	Maks. 0,1
5.	Bahan tambahan makanan	-	Sesuai SNI 01-0222-1995 dan Peraturan Men.Kes No 722/Men.Kes/ Per/ IX/ 1988
6.	Cemaran mikroba:	-	
	Angka lempeng total	Koloni/ g	Maks. $1,0 \times 10^6$
	Escherichia coli	APM/g	
	Salmonella /25 g	-	Negatif

Limbah yang dihasilkan dari sistem pengolahan limbah cair harus memenuhi baku mutu limbah cair yang dikeluarkan oleh pemerintah daerah setempat. Limbah cair industri tahu memiliki baku mutu yang telah ditetapkan oleh Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah Nomor : 10 Tahun 2004 tanggal 30 Juli 2004, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Baku Mutu Limbah Cair Industri Tahu

No	Parameter	Industri Tahu	
		Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)
1.	Temperatur	38°C	-
2.	BOD ₅	150	3
3.	COD	275	5,5
4.	TSS	100	2
5.	pH	6,0 – 9,0	
6.	Debit Maksimum	20 m ³ /ton kedelai	

(Bapedal Jateng, 2004)

Penelitian tentang tahu telah dilakukan oleh Kurniati dan Sundarsih (2009) dalam penelitiannya mengenai pengaruh lama dan suhu perendaman terhadap protein yang tak terekstrak dalam kedelai sehingga diperoleh kondisi operasi yang paling optimal untuk meminimalkan protein yang terbuang bersama ampas. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kondisi optimum untuk perendaman biji kedelai adalah selama 5 jam karena proses dispersi protein dalam air berjalan maksimal sehingga kandungan protein yang tertinggal di dalam ampas semakin sedikit. Sedangkan untuk suhu perendaman pada 50°C memberikan energi panas optimum selama proses ekstraksi. Akan tetapi pada suhu perendaman di atas 50°C mengakibatkan ikatan struktur protein mengalami denaturasi sehingga kelarutan protein dalam air menurun/jenuh.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Suhaidi (2003) mengenai pengaruh lama perendaman kedelai dan jenis penggumpal terhadap mutu tahu menunjukkan bahwa lama perendaman kedelai memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter mutu tahu, dimana semakin lama perendaman kedelai maka kadar protein, pH, rasa-aroma, dan tekstur tahu semakin menurun sedangkan kadar air semakin meningkat dengan kondisi lama perendaman yang optimum selama 4 jam. Dan penggunaan batu tahu sebagai bahan penggumpal menghasilkan tekstur tahu yang lebih lunak dibandingkan dengan asam asetat.

Masturi (1992) dalam penelitiannya melakukan pengambilan minyak kedelai dengan cara ekstraksi menggunakan *n-hexane* dengan 8 kali sirkulasi sebagai perlakuan awal dalam pembuatan tahu dengan tujuan mengurangi beban cemaran pada air limbah industri tahu. Dengan adanya proses ekstraksi minyak kedelai berdampak pada penurunan kadar limbah COD sebesar 36,07%. Akan tetapi, di sisi lain kualitas tahu menjadi lebih rendah ditunjukkan dengan penurunan kadar protein sebesar 51,08% dan tekstur tahu yang terlihat lebih lunak/lembek.

Sarjono, dkk (2005) melakukan penelitian tentang profil kandungan protein dan tekstur tahu akibat penambahan asam asetat. Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan penambahan asam asetat akan menyebabkan meningkatnya kekerasan tahu namun dapat menurunkan kadar protein tahu.

Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian terdiri dari *aquadest*, asam asetat (25% dan 90%), dan kedelai. Alat yang digunakan dalam penelitian terdiri dari bak penampung, penggiling kedelai, dan kompor listrik.

Pembuatan tahu dimulai dengan sortasi. Sortasi dilakukan dengan cara memisahkan biji kedelai dari pengkotor (kulit, batang, dan tanah) dan dibersihkan. Serta biji kedelai tidak keriput, tidak rusak atau bebas serangga hama dan penyakit. Setelah itu biji kedelai di-oven pada suhu 70°C dengan variasi lama waktu pengovenan selama 2 jam dan 4 jam. Biji kedelai direndam selama 2 jam dan 4 jam dengan air dingin. Kedelai dibersihkan dari pengkotor yang mungkin tertinggal dengan air dingin sebelum proses penggilingan. Kedelai yang sudah lunak digiling dengan air hangat sesuai dengan variabel 1 : 2 dan 1 : 4. Selama proses penggilingan selalu ditambahkan air panas sedikit demi sedikit sesuai dengan variabel yang telah ditentukan. Bubur kedelai dimasak selama 10 menit dengan penambahan air panas bersih. Volume air bersih yang ditambahkan sama dengan volume bubur kedelai yang akan diencerkan. Pengadukan terus dilakukan agar pencampuran terjadi secara merata dan memperluas antar muka tumbukan. Dalam keadaan panas bubur kedelai disaring dengan saringan gantung yang terbuat dari kain. Hasil saringan yang di dapat ditampung dalam bak penggumpalan. Susu kedelai digumpalkan dengan penambahan asam asetat sebesar 1%, dan 5%. Cairan sari kedelai yang masih panas ($\pm 70^\circ\text{C}$) dicampur pelan-pelan dan sedikit demi sedikit dengan bahan penggumpal yang sebelumnya telah disiapkan. Cairan kedelai yang semula berwarna putih susu akan pecah dan di dalamnya terbentuk butiran-butiran protein yang akhirnya akan bergabung membentuk gumpalan dan mengendap ke dasar bak (bakal tahu). Setelah itu, cairan akan menjadi bening. Bila demikian berarti seluruh protein sudah menggumpal dan mengendap. Secepatnya cairan bening dipindahkan ke tempat penyimpanan cairan bekas untuk digunakan sebagai bahan penggumpal lagi. Tahu dicetak dalam keadaan panas. Bubur tahu dibiarkan dalam cetakan selama 10-15 menit atau sampai cukup keras (tidak hancur bila diangkat). Tahu dipotong

sesuai dengan ukuran yang dikehendaki. Potongan-potongan tahu direndam dalam air dingin dalam bak yang terbuat dari logam tahan karat.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini, tempuhan hanya dilakukan sebanyak 8 dari total tempuhan sebanyak 16. Variasi tempuhan dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Variasi Tempuhan Penelitian

No	Tempuhan	t _O	t _R	m _B	C _{ac}
1	1	+	+	+	+
2	2	+	-	+	+
3	3	+	+	-	+
4	4	+	-	-	+
5	5	-	-	-	+
6	6	-	+	+	-
7	7	-	-	+	-
8	8	-	-	-	-

Keterangan: t_O = lama pengovenan; (+) = 2 jam dan (-) = 4 jam
 t_R = lama perendaman; (+) = 2 jam dan (-) = 4 jam
 m_B = perbandingan komposisi; (+) = 1 : 2 dan (-) = 1 : 4
 C_{ac} = konsentrasi asam cuka; (+) = 1% dan (-) = 5%

Hasil analisis kualitas produk tahu dan limbah cair tahu dapat dilihat pada Tabel 5.

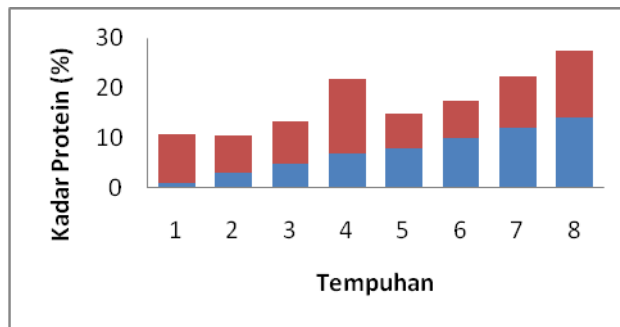
Tabel 5. Analisis Hasil Kualitas Produk Tahu dan Limbah Cair Tahu

No.	Tempuhan	Kualitas Produk dan Limbah Tahu				
		Protein (%)	BOD (mg/l)	COD (mg/l)	TSS (mg/l)	pH
1	1	9,78	5.248	12.607	98,0	4,42
2	3	7,54	5.228	12.397	79,0	4,44
3	5	8,30	3.115	7.837	89,0	4,13
4	7	14,69	3.174	7.804	73,0	4,56
5	8	6,91	3.165	8.844	77,0	4,36
6	10	7,31	130	348	87,0	3,83
7	12	10,32	5.319	13.389	77,0	11,03
8	14	13,49	6.218	18.783	97,0	3,86
Rata-rata		9,79	3.949,63	10.251,13	84,63	5,08

Dari percobaan yang telah dilakukan sampel produk tahu, diperoleh kadar rata-rata protein sebesar 9,79%. Dimana kadar protein tertinggi di dapat pada tempuhan 7 sebesar 14,69% dan kadar terendah pada tempuhan 8 sebesar 6,91%.

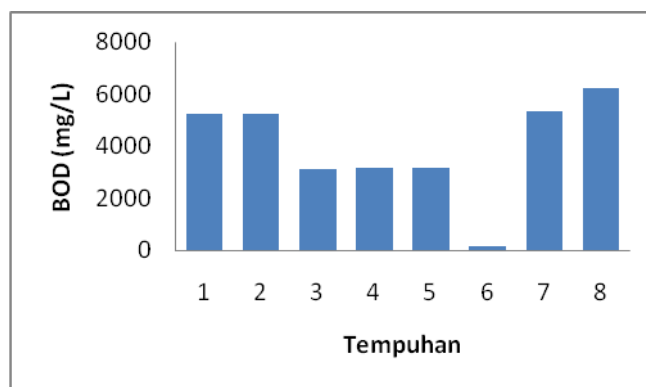
Pada uji kualitas limbah produksi tahu diperoleh kadar rata-rata BOD sebesar 3.949,63 mg/L, COD 10.251 mg/L, TSS 84,63 mg/L dan pH 5,08. Dimana kadar BOD tertinggi di dapat pada tempuhan 12 sebesar 5.319 mg/L dan kadar terendah pada tempuhan 10 sebesar 130 mg/L. Kadar COD tertinggi di dapat pada tempuhan 14 sebesar 18.783 mg/L dan kadar terendah pada tempuhan 10 sebesar 348 mg/L. Kadar TSS tertinggi di dapat pada tempuhan 1 sebesar 98,0 mg/L dan kadar terendah pada tempuhan 7 sebesar 73,0 mg/L. Pada sampel limbah nilai pH relatif sama kecuali pada pH tempuhan 12 sebesar 11,03 sebagai pH tertinggi dan pH terendah pada tempuhan 10 sebesar 3,83

Dari Gambar 1 diperoleh kadar protein tertinggi yaitu sebesar 14,69% pada tempuhan 7. Maka jika dibandingkan dengan rata-rata kandungan protein tahu sebesar 9,79% ada 3 tempuhan yang nilainya di atas rata-rata sehingga dapat dianggap optimal untuk diterapkan.

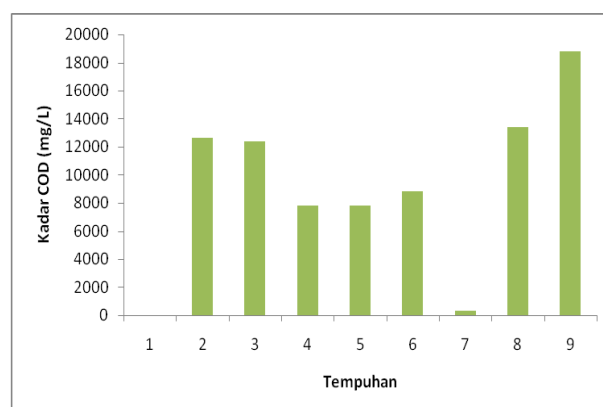


Gambar 1 Kadar Protein (%) Tahu Pada Berbagai Tempuhan

Dari Gambar 2 dan Gambar 3 diperoleh kadar minimum limbah cair pembuatan tahu yang berbeda dan belum sesuai dengan baku mutu limbah cair. Hal ini jelas membuktikan bahwa produksi tahu telah memberikan kontribusi besar dalam pencemaran lingkungan sehingga perlu adanya upaya meminimalkan, pengolahan ataupun pemanfaatan limbahnya sebelum dibuang ke lingkungan.

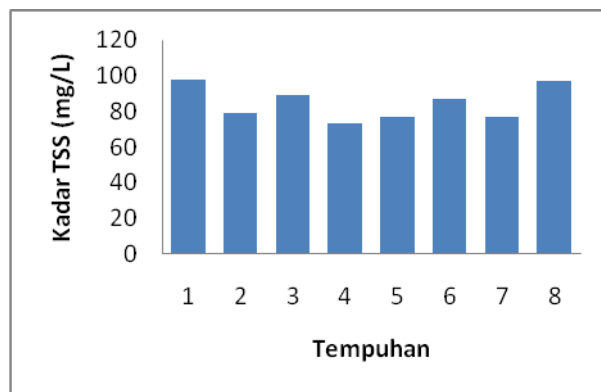


Gambar 2. Kadar BOD Limbah Cair Tahu Pada Berbagai Tempuhan



Gambar 3. Kadar COD Limbah Cair Tahu Pada Berbagai Tempuhan

Perolehan kadar BOD terendah sebesar 130 mg/L pada tempuhan 10. Jika dibandingkan dengan kandungan BOD rata-rata sebesar 3.949,63 mg/L maka ada 4 tempuhan yaitu tempuhan 5 sebesar 3.115 mg/L, tempuhan 7 sebesar 3.174 mg/L, tempuhan 8 sebesar 3.165 mg/L, dan tempuhan 10 sebesar 130 mg/L yang nilainya dibawah rata-rata walaupun masih sangat jauh dengan standar baku mutu yang ada yaitu sebesar 150 mg/L. Semakin besar angka BOD menunjukkan bahwa derajat pengotor air limbah akan semakin besar.



Gambar 5. Kadar TSS Limbah Cair Tahu Pada Berbagai Tempuhan

Perolehan kadar TSS terendah pada tempuhan 7 sebesar 73,0 mg/L. Jika dibandingkan dengan rata-ratanya sebesar 84,63 mg/L maka ada 4 tempuhan yaitu tempuhan 3 sebesar 79,0 mg/L, tempuhan 7 sebesar 73,0 mg/L, tempuhan 12 sebesar 77 mg/L yang nilainya dibawah rata-rata walaupun standar baku mutu yang ada yaitu sebesar 100 mg/L.

Perolehan kadar COD juga dipengaruhi oleh padatan tersuspensi dengan kadar terendahnya sebesar 348 mg/L pada tempuhan 10. Jika dibandingkan dengan rata-ratanya sebesar 10.251, 13 mg/L maka ada 4 tempuhan yaitu tempuhan 5 sebesar 7.837 mg/L, tempuhan 7 sebesar 7.804 mg/L, tempuhan 8 sebesar 8.844 mg/L dan tempuhan 10 sebesar 348 mg/L yang nilainya dibawah rata-rata walaupun masih sangat jauh dengan standar baku mutu yang ada yaitu sebesar 275 mg/L.

Pada sampel limbah nilai pH relatif sama dengan pH tertinggi di dapat pada tempuhan 12 sebesar 11,03 dan pH terendah pada tempuhan 10 sebesar 3,83 dengan pH rata-rata sebesar 5,08. Penggunaan asam asetat sebagai penggumpal dinilai lebih aman dan efisien karena memiliki tingkat keasaman yang tinggi sehingga dapat digunakan kembali sebagai bahan penggumpal dengan menyimpannya selama 24 jam. Hal ini terjadi karena bahan organik sangat mudah terdegradasi dan mengakibatkan penurunan pH yang sangat cepat.

Besarnya kadar limbah tahu yang di dapat sangat dimungkinkan karena buangan air dan ampas tahu ini masih banyak mengandung zat organik, seperti protein, karbohidrat, lemak, zat terlarut yang mengandung padatan tersuspensi atau padatan terendap (Sola, 1994). Upaya memaksimalkan ekstraksi protein pada tahu diharapkan akan meminimalisir kandungan zat organik pada limbah sehingga mikroorganisme tidak memiliki nutrisi yang cukup untuk tumbuh optimal di dukung dengan kondisi limbah yang asam.

Daftar Pustaka

- Badan Pengelola dan Pengendalian Dampak Lingkungan (BAPPEDAL), (2004), "*Peraturan Daerah Propinsi Jawa Tengah*", No. 10 tentang Baku Mutu Air Limbah, Semarang.
- Cahyadi, W, (2007), "*Teknologi dan Kasiat Kedelai*", Bumi Aksara, Jakarta
- Kurniati, Y., dan Sundarsih, (2009), "*Pengaruh Waktu dan Suhu Perendaman Kedelai pada Tingkat Kesempurnaan Ekstraksi Protein Kedelai dalam Proses Pembuatan Tahu*", Laporan Penelitian, Fakultas Teknik, UNDIP.
- Masturi, (1997), "*Pengambilan Minyak Kedele Pra Proses Pembuatan Tahu*", *Buletin Litbang Industri* No 23, Semarang.
- Suhaidi, I., (2003), "*Pengaruh Lama Perendaman Kedelai dan Jenis Zat Penggumpal Terhadap Mutu Tahu*", Laporan Penelitian, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.