

OPTIMASI RENDEMEN EKSTRAKSI LESITIN DARI MINYAK KEDELAI VARIETAS ANJASMORO DENGAN *WATER DEGUMMING*

[Yield Optimization of Lecithin Extraction of Anjasmoro Variety Soybean Oil by Water Degumming]

Teti Estiasih^{1)*}, Kgs. Ahmadi²⁾, Erliana Ginting³⁾ dan Deny Kurniawati¹⁾

¹⁾ Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang - Jl. Veteran, Malang, Jawa Timur 65141

²⁾ Jurusan Teknologi Industri Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Tribhuwana Tungadewi, Malang

³⁾ Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian, Malang

Diterima 10 Februari 2012 / Disetujui 15 Juli 2013

ABSTRACT

Lecithin is one of natural emulsifiers widely used in food industries. The main source of lecithin is soybean and it is obtained during water degumming in soybean oil purification. This research was aimed to optimize the yield of lecithin during water degumming of Anjasmoro variety soybean oil by response surface methodology. The factors optimized were added water (%), temperature (°C), and extraction time (minute). The relationship between lecithin yield and the parameters was quadratic. The response increased up to a certain point, and then decreased. Optimum water degumming was obtained at water addition of 2.95%, temperature of 61.96 °C, and extraction time of 30.02 minutes. At optimum condition, the lecithin yield was 1.55% and the phosphor content was 3865.30 ppm suggesting lecithin purity of 56.24%. Verification showed that the yield was close to the prediction value of 1.49%. The purification process resulted in lecithin purity of 83.96% which was in compliance with the legal purity specification of food grade lecithin.

Key words: lecithins, phospholipids, water degumming, purification, optimization

ABSTRAK

Lesitin merupakan pengemulsi alami yang paling banyak digunakan di industri pangan. Sumber utama lesitin adalah kedelai dan lesitin diperoleh dari proses penghilangan gum pada proses pemurnian minyak kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi rendemen lesitin pada penghilangan gum (*water degumming*) minyak kedelai varietas Anjasmoro menggunakan metodologi permukaan respon. Faktor yang dioptimasi adalah tingkat penambahan air (%), suhu (°C), and waktu proses (menit). Hubungan antara rendemen lesitin dan semua faktor bersifat kuadrat. Respon meningkat sampai titik tertentu dan kemudian menurun. Kondisi *water degumming* optimum diperoleh pada tingkat penambahan air 2.95%, suhu 61.96°C, dan waktu proses 30.02 menit. Pada kondisi optimum ini, rendemen yang diperoleh adalah 1.55% dan kadar fosfor 3865.30 ppm atau kemurnian lesitin 56.24%. Verifikasi menunjukkan rendemen lesitin hampir mendekati nilai prediksi yaitu 1.49%. Pemurnian terhadap lesitin menghasilkan lesitin dengan kemurnian 83.96 yang sesuai dengan standar kemurnian lesitin untuk pangan.

Kata kunci: lesitin, fosfolipid, *water degumming*, pemurnian, optimasi

PENDAHULUAN

Lesitin merupakan pengemulsi alami yang paling banyak digunakan secara komersial di industri pangan, kosmetik, dan farmasi (Cabezas *et al.* 2009). Lesitin merupakan kompleks campuran dari fosfolipida alami (Joshi *et al.* 2006). Lesitin kedelai mempunyai sifat multifungsional, fleksibel, dan *versatile*. Lesitin merupakan pengemulsi paling baik yang berperan meningkatkan soliditas margarin dan membentuk tekstur, selain berkontribusi pada sifat gurih. Lesitin digunakan pada industri coklat dan *confectionary*, industri farmasi, kosmetik, dan kimia seperti tekstil, pelumas, dan lilin (Lin dan Blank, 2003).

Pemenuhan kebutuhan lesitin untuk industri pangan di Indonesia masih disuplai oleh lesitin kedelai impor. Beberapa

kedelai varietas unggul yang telah dilepaskan di Indonesia seperti Anjasmoro, Argomulyo, Malikka, Burangrang, Bromo, dan Tampomas berpotensi sebagai bahan baku minyak kedelai karena varietas-varietas unggul tersebut mengandung kadar lemak >18% di samping produktivitasnya yang tinggi (≥ 2 ton/ha) (Ginting *et al.* 2009). Varietas kedelai unggul merupakan bahan yang potensial sebagai minyak kedelai. Lesitin dihasilkan dari proses pemurnian minyak kedelai pada proses *water degumming* sehingga varietas kedelai unggul merupakan sumber potensial lesitin untuk menggantikan lesitin kedelai impor. Saat ini, varietas yang banyak dikenalkan dan digunakan petani adalah varietas Anjasmoro yang dilepas pada tahun 2001. Varietas ini yang dipilih pada pelaksanaan program SLPTT (Sekolah Lapang Pengelolaan Tanaman Terpadu) dari Kementerian Pertanian dan Dinas Pertanian di 16 propinsi di Indonesia. Kadar lemak dalam kedelai varietas Anjasmoro adalah 18.60% (Ginting *et al.* 2009) sehingga varietas ini

*Korespondensi Penulis:
E-mail: teties@yahoo.co.id dan teties@ub.ac.id

potensial digunakan sebagai bahan baku minyak kedelai. Oleh karena itu, pengembangan metode *water degumming* yang tepat untuk mendapatkan lesitin dari kedelai varietas Anjasmoro penting untuk dikaji.

Minyak kedelai mengandung fosfor (P) 800–1200 ppm yang ekuivalen dengan lesitin komersial. Fosfolipid dipisahkan dari minyak pada proses *degumming* karena minyak kedelai murni harus mempunyai kadar P yang rendah (Nieuwenhuyzen dan Tomás, 2008). Proses *degumming* yang tepat dari minyak kedelai varietas unggul perlu dikembangkan. Tujuannya adalah mendapatkan hasil samping lesitin kedelai yang optimum, yaitu kemurnian fosfolipid yang tinggi, residu fosfolipid dalam minyak yang rendah, serta karakteristik minyak kedelai yang sesuai dengan standar. Optimasi kondisi proses *water degumming* perlu dikaji pada minyak kedelai dari kedelai varietas unggul Anjasmoro untuk mendapatkan lesitin kedelai dengan kemurnian tinggi.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah kedelai varietas unggul Anjasmoro dari Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi) – Malang. Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah standar asam-asam lemak, standar fosfolipid (PC=fosfatidilkolin, PE=fosfatidiletanolamin, PI=fosfatidilinositol, PA=asam fosfatidat, LPC=lisofosfatidilkolin, LPE=lisofosfatidiletanolamin, LPI=lisofosfatidilinositol), fosfolipase A1 (Sigma Co.), akuades, asam fosfat, etanol, toluena, heksana, dietileter, aseton, BF₃-metanol 14%, metilenklorida, NaOH, benzena, metanol, KOH, HCl, asam sulfat, plat TLC (silika gel G60 F254), kalium dihidrogen fosfat, amonium sulfat, BaCl₂, amonium tiosianat, H₂O₂, ferrosulfat (p.a. dari Merck), aseton, etanol (teknis), dan gas nitrogen.

Optimasi *water degumming* untuk mendapatkan lesitin dengan rendemen tinggi

Pada tahap ini dilakukan proses pengepresan untuk mendapatkan minyak kedelai. Biji kedelai yang digunakan adalah biji kedelai yang telah dikeringkan. Minyak kedelai yang diperoleh dihilangkan gumnya dengan menggunakan air. Pada tahap ini beberapa faktor dioptimasi untuk mendapatkan kadar lesitin kedelai kasar yang optimum dalam gum. Optimasi dilakukan dengan menggunakan metodologi permukaan respon (RSM) dengan faktor yang dikaji adalah jumlah air yang ditambahkan (%), suhu (°C), dan waktu proses (menit) (Tabel 1). Respon yang dioptimasi adalah rendemen lesitin yang diperoleh (% b/b minyak).

Lesitin yang diperoleh dari kondisi proses optimum lebih lanjut dikeringkan dengan menggunakan evaporator berputar untuk menurunkan kadar air. Kadar air yang diperoleh harus sesuai standar yang ditetapkan untuk kemurnian legal *food grade lecithin* dari *Food Chemical Codex*, yaitu kurang dari 1.5% (Tabel 2). Lebih lanjut, lesitin hasil pengeringan dihilangkan minyaknya dengan menggunakan aseton sesuai dengan prosedur dari Nasir *et al.* (2007). Minyak kedelai yang dihasilkan dari proses *water degumming* ini harus memenuhi standar

kadar fosfor yang ditetapkan oleh *US National Oilseed Processor Association (NOPA)* yaitu kurang dari 0.02% (USDA, 2010).

Optimasi dilakukan sebagai berikut: minyak kedelai dari hasil pengepresan ditambah dengan air panas dengan kadar sesuai perlakuan (Faktor 1) dan suhu air bervariasi sesuai perlakuan. Minyak dan air kemudian dipanaskan pada suhu bervariasi sesuai perlakuan (Faktor 2) dengan diagitasi selama waktu tertentu sesuai perlakuan (Faktor 3). Minyak kemudian disentrifugasi pada suhu 50-70°C. Residu yang diperoleh merupakan gum dan dikeringkan dengan evaporator sampai kadar air <1.5% lalu dihilangkan minyaknya dengan menggunakan aseton. Aseton dipisahkan dari lesitin dengan cara sentrifugasi pada 3000 rpm selama 15 menit, dilanjutkan dengan hembusan nitrogen untuk menghilangkan residu aseton dalam lesitin.

Tabel 1. Rancangan komposit pusat ordo kedua dengan tiga faktor pada optimasi *water degumming*

Variabel Sebenarnya			Variabel Terkode			Respon Rendemen (% b/b)
Kadar Air (%)	Suhu (°C)	Waktu Proses (menit)	X ₁	X ₂	X ₃	
2	40	20	-1	-1	-1	1.23
2	40	40	-1	-1	+1	1.17
2	80	20	-1	+1	-1	1.03
2	80	40	-1	+1	+1	1.31
4	40	20	+1	-1	-1	1.07
4	40	40	+1	-1	+1	1.01
4	80	20	+1	+1	-1	1.20
4	80	40	+1	+1	+1	1.05
3	60	30	0	0	0	1.49
3	60	30	0	0	0	1.54
3	60	30	0	0	0	1.61
3	60	30	0	0	0	1.60
3	60	30	0	0	0	1.28
3	60	30	0	0	0	1.445
1.32	60	30	-1.68	0	0	1.01
4.68	60	30	+1.68	0	0	1.11
3	26.36	30	0	-1.68	0	0.99
3	93.64	30	0	+1.68	0	1.14
3	60	13.18	0	0	-1.68	1.08
3	60	46.82	0	0	+1.68	1.03

Rancangan percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan pada proses optimasi *water degumming* adalah Rancangan Komposit Pusat ordo kedua dari RSM. Faktor yang dikaji adalah suhu yaitu 40, 60, dan 80°C, tingkat penambahan air yaitu 2, 3, 4%, dan waktu proses yaitu 20, 30, dan 40 menit. Respon yang dioptimasi adalah rendemen gum atau ekstrak lesitin kasar yang dihasilkan. Faktor yang dikaji mengacu pada kondisi terbaik dari penelitian Eshraty (2008) yaitu tingkat penambahan air 3%, suhu 75°C, dan lama agitasi 20 menit.

Purifikasi lesitin kedelai varietas unggul (Nasir *et al.* 2007)

Purifikasi dilakukan dengan cara penghilangan minyak pada lesitin yang sudah dikeringkan. Proses penghilangan minyak

ditujukan untuk mendapatkan lesitin kedelai yang lebih murni. Lesitin kedelai sebanyak 25 g dilarutkan dalam aseton 150 ml dan diaduk dengan pengaduk magnet selama 60 menit. Pelarut yang mengandung lipid netral dipisahkan dengan dekantasi, kemudian proses diulang sampai pelarut tidak berwarna. Lesitin hasil purifikasi merupakan lesitin kasar dari kedelai.

Karakterisasi lesitin kasar kedelai varietas unggul

Lesitin kasar yang diperoleh dikarakterisasi lebih lanjut dengan mengacu pada spesifikasi kemurnian legal dari *Codex Alimentarius (FAO/WHO)*, *European Union E322*, dan *Food Chemical Codex (FCC)* (Tabel 2). Karakterisasi meliputi: rendemen, *Hexane Insoluble*, *Toluene Insoluble*, *Acetone Insoluble* (AOCS, 2003), bilangan asam, bilangan peroksida, kadar air, susut pengeringan (IUPAC, 1979), logam berat (sebagai Pb, As, Hg) dengan *X Ray Fluorescence (XRF)* (Minipal 4 X-RF), *Hydrophilic-Lipophilic Balance (HLB)*, komposisi fosfolipid dengan kromatografi lapis tipis (KLT) (Nzai dan Proctor, 1998), komposisi asam lemak menggunakan kromatografi gas dengan metilasi menurut Park dan Goins (1994). Kemurnian lesitin dinyatakan sebagai kadar lesitin (%) dalam ekstrak lesitin kasar yang diperoleh.

Tabel 2. Spesifikasi kemurnian legal untuk *food grade lecithins* dan mutu lesitin kedelai varietas Anjasmoro dari kondisi *water degumming* optimum dengan respon rendemen

Kemurnian	Codex Allimentarius (FAO/WHO)	European Union E322	Food Chemical Codex	Lesitin Kedelai Varietas Anjasmoro
<i>Acetone Insoluble</i> (AI) (%)	>60	>60	>50	66.5
Hasil hidrolisis >56				
<i>Hexane Insoluble</i> (HI) (%)			<0.3	0.19
<i>Toluene Insoluble</i> (TI) (%)	<0.3	<0.3		0.26
Kadar air (%)			<1.5	1.20
Susut pengeringan (%)	<2.0	<2.0		1.20
Bilangan asam (mgKOH/g)	<36	<35	<36	8.63
Hasil hidrolisis <45				
Bilangan peroksida (mek/kg)	<10	<10	<100	t.a
Arsen (ppm)	<3	<3		Tidak terdeteksi
Timbal (ppm)	<10	<5	<1	Tidak terdeteksi
Raksa (ppm)		<1		Tidak terdeteksi
Logam berat (sebagai Pb) (ppm)	<40	<10		Tidak terdeteksi

Analisis fosfolipid dengan KLT (Nzai dan Proctor, 1998)

Sebanyak 20 µL sampel dengan konsentrasi 20 mg/mL dilarutkan dalam campuran kloroform:metanol 95:5 (v/v) dan ditutulkan pada plat silika gel G60. Pelarut yang digunakan untuk elusi adalah kloroform:metanol:air (75:25:3 v/v). Elusi dilakukan selama 40 menit. Visualisasi dilakukan dengan me-

nyemprotkan larutan asam sulfat dalam air (1:1) dilanjutkan dengan pemanasan 140°C selama 20 menit. Kuantifikasi jenis-jenis fosfolipid pada spot KLT yang terpisah dilakukan dengan menggunakan pemayar Pemayar KLT (Shimadzu) dengan dibandingkan dengan standar masing-masing jenis fosfolipid.

Analisis asam lemak dengan kromatografi gas

Analisis asam lemak dilakukan dengan kromatografi gas (Shimadzu GC 8A) setelah sampel lesitin dimetilasi mengikuti metode Park dan Goins (1994). Kolom yang digunakan adalah kolom kapiler CBP20 0.25 µm silika dengan panjang 50 m, diameter internal 0.22 mm, diameter luar 0.33 mm. Gas pembawa adalah nitrogen (tekanan 200 kg/m²), gas pendorong adalah udara (tekanan 0.15 kg/cm²), dan gas pembakar adalah hidrogen dengan tekanan 0.6 kg/cm². Suhu injektor, kolom, dan detektor adalah 230°C, 250°C, and 230°C. Sampel dan standar diinjeksikan dengan volume 2 µL.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Optimasi rendemen pada *water degumming* untuk ekstraksi lesitin

Rendemen lesitin yang diperoleh dari proses optimasi *water degumming* dapat dilihat pada Tabel 1. Rendemen dihitung dari berat awal minyak yaitu berat lesitin dibagi berat minyak dikalikan 100%.

Pemilihan model berdasarkan *sequential model sum of square* (Tabel 3) menunjukkan bahwa model yang signifikan adalah kuadratik dan kubik, sedangkan model 2FI (interaksi), dan linear tidak signifikan ($P > 0.05$). Model ordo yang dianjurkan berdasarkan *sequential model sum of square* ini adalah kuadratik sehingga model tersebut yang terpilih.

Tabel 3. Uraian jumlah kuadrat dari urutan model (*Sequential Model Sum of Square*) untuk optimasi rendemen pada proses *water degumming*

Sumber	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Tengah	Fhit	Prob>F	Keterangan
Rata-rata	29.76	1	29.76			
Linear	0.01	3	4.72E-003	0.09	0.96	
2FI	0.04	3	0.01	0.02	0.88	
Kuadratik	0.63	3	0.21	13.57	0.00	Suggested
Kubik	0.05	4	0.01	0.69	0.62	Aliased
Residu	0.11	6	0.02			

Pemilihan model yang kedua adalah berdasarkan uji simpangan model (Tabel 4). Model dianggap tepat jika nilai $P > 0.05$ ($P > 5\%$) yang berarti ketidaktepatan model tidak berpengaruh nyata atau signifikan. Dari uji ini semua model menunjukkan tepat karena nilai $P > 5\%$.

Dilihat dari Tabel 4, model kuadratik merupakan model yang nyata yang disarankan. Berdasarkan alasan ini maka model yang terpilih adalah kuadratik yang oleh program dinyatakan dianjurkan, sesuai dengan pemilihan model berdasarkan *sequential model sum of square*. Proses pemilihan model berikutnya berdasarkan ringkasan model secara statistik (Tabel 5). Parameter yang digunakan untuk memilih model yang tepat

adalah standar deviasi terendah, *R-square* tertinggi, *Adjusted R-square* tertinggi, *Predicted R-square* tertinggi, dan *PRESS (Prediction Error Sum of Square)* terendah. Di antara model yang memenuhi kriteria adalah model kubik, akan tetapi model kubik tidak dianjurkan sehingga model yang terpilih adalah model kuadratik.

Tabel 4. Uji simpangan model (*lack of fit test*) untuk optimasi rendemen pada proses *water degumming*

Sumber	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Tengah	Fhit	Prob>F	Keterangan
Linear	0.74	11	0.07	4.56	0.05	
2FI	0.71	8	0.09	5.94	0.03	
Kuadratik	0.08	5	0.02	1.07	0.47	<i>Suggested</i>
Kubik	0.31	1	0.31	2.09	0.21	<i>Aliased</i>
Galat	0.07	5	0.02			

Berdasarkan ringkasan statistik, model kuadratik mempunyai nilai *Adj.R²* sebesar 64.88%. (Tabel 5). Berarti variabel tingkat penambahan air, suhu, dan waktu proses *water degumming* berpengaruh terhadap keragaman respon sebesar 64.88% sedangkan sisanya sebesar 35.12% dipengaruhi faktor lain yang tidak dijadikan variabel yang diteliti. Berdasarkan tiga proses pemilihan model tersebut model yang sesuai untuk optimasi rendemen pada proses *water degumming* adalah model kuadratik. Hasil analisis ragam dari permukaan respon kuadratik menunjukkan model kuadratik mempunyai pengaruh yang nyata terhadap respon. Hasil analisis ragam (Tabel 6) faktor yang dikaji yaitu penambahan air (%), suhu, dan waktu proses (linear) *water degumming* tidak berpengaruh nyata terhadap respon. Faktor lain yaitu interaksi antar faktor dan kadar air (kuadratik) juga tidak mempengaruhi respon. Faktor yang berpengaruh terhadap respon adalah kadar air, suhu, dan waktu proses *water degumming* yang bersifat kuadratik.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa hubungan antara rendemen dengan penambahan air, suhu, serta waktu proses *water degumming* bersifat kuadratik yaitu meningkat sampai titik tertentu yang optimum, peningkatan lebih lanjut menyebabkan rendemen mengalami penurunan. Dasar ekstraksi fosfolipid adalah fosfolipid menjadi mengembang jika diberi perlakuan hidrasi dan dipisahkan dengan presipitasi. Air biasa digunakan untuk memisahkan fosfolipid dari minyak nabati (Eshratbadi, 2008).

Menurut Shahidi (2005), jumlah air yang ditambahkan untuk hidrasi fosfolipid merupakan faktor kritis. Jika air yang ditambahkan terlalu sedikit, hidrasi tidak akan sempurna. Pada penelitian

ini, jumlah air yang ditambahkan mengakibatkan pengaruh signifikan terhadap rendemen lesitin yang diperoleh.

Menurut Shahidi (2005), jumlah air yang ditambahkan tergantung pada kadar fosfatida dalam minyak nabati. Peningkatan jumlah air yang ditambahkan menyebabkan peningkatan rendemen sampai kadar air tertentu. Hal ini disebabkan ketersediaan air yang cukup menyebabkan lesitin terhidrasi sehingga jumlah lesitin yang terekstrak meningkat. Peningkatan kadar air lebih lanjut menyebabkan penurunan rendemen. Kemungkinan pada jumlah air yang berlebihan, terbentuk emulsi air dalam minyak yang distabilisasi lesitin sehingga rendemen menurun.

Hubungan antara rendemen dengan suhu *water degumming* bersifat kuadratik dan secara signifikan suhu mempengaruhi rendemen. Semakin tinggi suhu, rendemen meningkat sampai titik tertentu yang kemudian peningkatan suhu lebih lanjut menyebabkan rendemen menurun. Hasil penelitian Eshratbadi (2008) menunjukkan bahwa pada suhu 25°C, efisiensi ekstraksi lesitin hanya 33%, tetapi meningkat sampai suhu 75°C. Penurunan yang nyata tampak pada suhu 90°C. Oleh karena itu kisaran suhu yang digunakan pada *water degumming* dalam penelitian ini adalah 40-80°C. Suhu ekstraksi juga akan mempengaruhi warna dari lesitin yang dihasilkan. Pada suhu tinggi, warna lesitin yang dihasilkan akan cenderung berwarna coklat gelap (Eshratbadi, 2008).

Hubungan antara rendemen dengan waktu proses *water degumming* adalah kuadratik dan bersifat signifikan (Tabel 6). Peningkatan waktu proses ekstraksi diharapkan menyebabkan peningkatan rendemen atau jumlah lesitin yang terekstrak. Akan tetapi, waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat berdampak negatif. Lesitin kedelai mengandung asam lemak tidak jenuh dalam kadar tinggi. Semakin lama waktu proses ekstraksi, asam lemak dapat teroksidasi sehingga dapat mengakibatkan efek merugikan seperti perubahan warna. Peningkatan waktu ekstraksi dapat menyebabkan pelarutan lesitin sehingga rendemen menurun.

Persamaan kuadratik dapat digunakan untuk memprediksi respon dari berbagai taraf penambahan air, suhu, dan waktu proses *water degumming*. Persamaan kuadratik yang diperoleh adalah $Y = -2.03 + 0.85X_1 + 0.03X_2 + 0.09X_3 + 1.42E-3X_1X_2 - 5.43E-3X_1X_3 + 1.58E-4X_2X_3 - 0.13X_1^2 - 3.23E-4X_2^2 - 1.35E-3X_3^2$ dengan $X_1 =$ kadar air $X_2 =$ suhu, dan $X_3 =$ waktu proses.

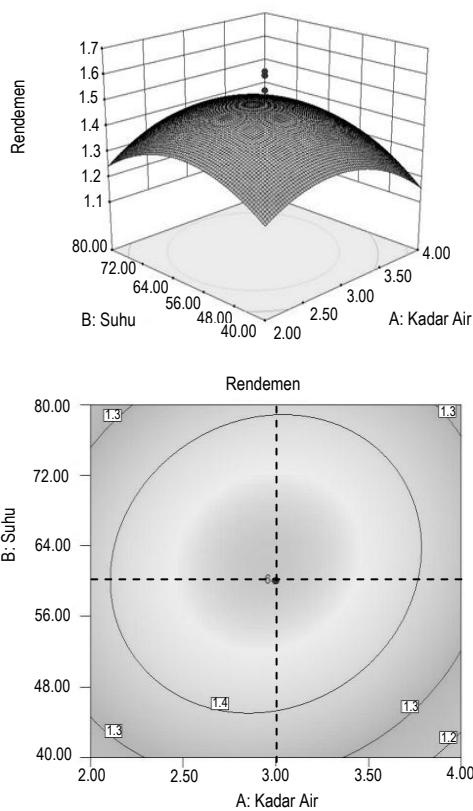
Pada penelitian ini ada 3 faktor yang dikaji, maka terdapat tiga grafik respon yang menggambarkan hubungan antara kadar air, suhu, dan waktu proses *water degumming* (Gambar 1). Dari Gambar 1 diketahui bahwa pengaruh kadar air dan suhu *water degumming* bersifat kuadratik.

Tabel 5. Ringkasan model secara statistik untuk optimasi rendemen pada proses *water degumming*

Sumber	Standar Deviasi	R-Squared	Adjusted R-Squared	Predicted R-Squared	PRESS	Keterangan
Linear	0.23	0.02	-0.17	-0.35	1.12	
2FI	0.24	0.06	-0.37	-0.94	1.61	
Kuadratik	0.12	0.82	0.65	0.10	0.75	<i>Suggested</i>
Kubik	0.13	0.87	0.60	-7.33	6.93	<i>Aliased</i>

Tabel 6. Analisis ragam optimasi rendemen pada proses *water degumming*

Sumber	Jumlah Kuadrat	db	Kuadrat Tengah	Nilai F	p-value Prob > F	Keterangan
Model	0.68	9	0.75	4.90	0.01	Signifikan
A-Kadar Air	3.92E-003	1	3.92E-003	0.26	0.62	
B-Suhu	9.84E-003	1	9.84E-003	0.64	0.44	
C-Waktu Proses	4.06E-004	1	4.06E-004	0.03	0.87	
AB	6.45E-003	1	6.45E-003	0.42	0.53	
AC	0.024	1	0.024	1.53	0.24	
BC	8.01E-003	1	8.01E-003	0.52	0.49	
A ²	0.25	1	0.25	16.18	0.00	Signifikan
B ²	0.24	1	0.24	15.62	0.00	Signifikan
C ²	0.26	1	0.26	16.98	0.00	Signifikan
Residual	0.15	10	0.015			
Lack of Fit	0.080	5	0.016	1.07	0.47	Tidak signifikan
Galat	0.074	5	0.015			

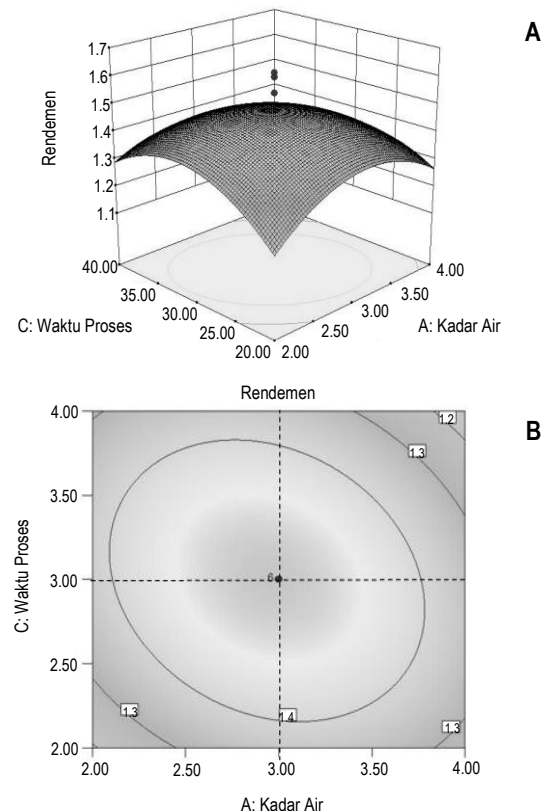


Gambar 1. Grafik respon (A) dan kontur (B) hubungan antara suhu dan kadar air pada *water degumming* dengan respon rendemen

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara kadar air dan waktu proses ekstraksi. Dari Gambar 2 terlihat bahwa pengaruh kadar air dan waktu proses *water degumming* bersifat kuadratik terhadap respon rendemen. Gambar 3 menunjukkan pengaruh suhu dan waktu proses *water degumming* terhadap rendemen lesitin kedelai yang dihasilkan. Pengaruh kedua variabel tersebut terhadap respon bersifat kuadratik.

Pengaruh variabel kadar air yang ditambahkan pada minyak pada *water degumming* terhadap respon rendemen dapat dilihat dengan mengikuti garis horizontal putus-putus sejajar sumbu X (Gambar 1 dan 2). Respon akan terus meningkat dengan

meningkatnya kadar air sampai diperoleh respon tertinggi yaitu 2.95%. Jika kadar air terus ditingkatkan, respon akan mengalami penurunan.

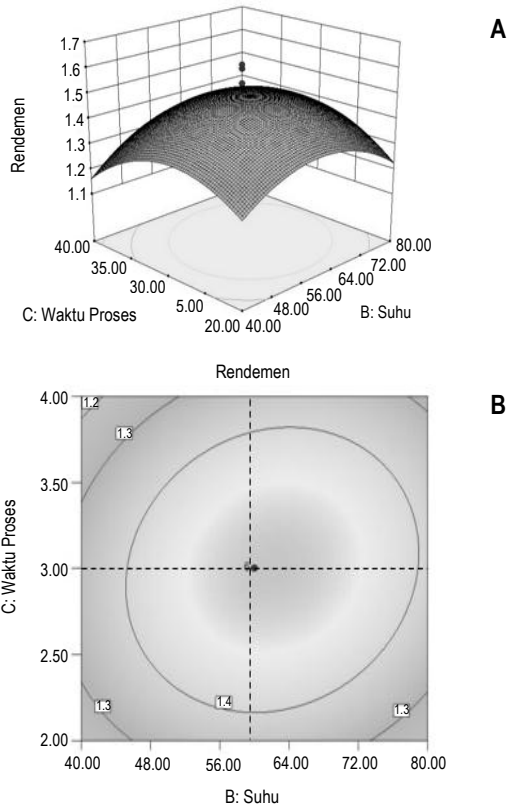


Gambar 2. Grafik respon (A) dan kontur (B) hubungan antara kadar air dan waktu proses *water degumming* dengan respon rendemen

Pengaruh suhu terhadap respon bersifat kuadratik (Gambar 1 dan 3). Semakin tinggi suhu, rendemen meningkat sampai suhu 61.96°C. Peningkatan suhu lebih lanjut menyebabkan penurunan respon rendemen. Peningkatan suhu menyebabkan proses hidrasi fosfolipid lebih mudah. Akibatnya rendemen lesitin meningkat sampai suhu optimum. Peningkatan suhu lebih lanjut menyebabkan rendemen menurun. Penurunan tersebut dapat disebabkan lesitin teroksidasi, mengalami reaksi dengan

produk oksidasi minyak, atau interaksi fosfolipid minyak meningkat sehingga lesitin sulit untuk dipisahkan.

Pengaruh waktu *water degumming* terhadap respon rendemen bersifat kuadratik (Gambar 2 dan 3). Peningkatan waktu proses ekstraksi menyebabkan lebih banyak lesitin yang terhidrasi sehingga rendemen lesitin mengalami peningkatan. Peningkatan terjadi sampai titik optimum pada waktu proses ekstraksi 30.02 menit. Peningkatan waktu proses ekstraksi lebih lanjut menyebabkan rendemen menurun yang diduga disebabkan lesitin mengalami solubilisasi dalam minyak.



Gambar 3. Grafik respon (A) dan kontur (B) hubungan antara suhu dan waktu proses *water degumming* dengan respon rendemen

Kondisi optimum diperoleh dengan jumlah air yang ditambahkan 2.95%, suhu *water degumming* 61.96°C, dan waktu proses ekstraksi 30.02 menit. Pada kondisi optimum ini respon rendemen diprediksi sebesar 1.49%. Kisaran parameter yang dapat digunakan untuk mendapatkan kedua respon yang tinggi adalah penambahan air sekitar 3%, suhu *water degumming* sekitar 60°C, dan waktu proses *water degumming* sekitar 30 menit.

Hasil verifikasi menunjukkan bahwa pada kondisi optimum rendemen yang diperoleh adalah 1.55%, dengan kadar fosfor 3865.30 ppm, kadar fosfatida 11.60% atau kadar lesitin 56.24%. Hasil verifikasi menunjukkan bahwa respon rendemen tidak berbeda jauh dari hasil prediksi yaitu perbedaan sebesar 3.87%. Faktor konversi kadar fosfor ke kadar fosfatida adalah 30 (Racicot dan Handal (1983) dalam Eshratabadi (2008)). Faktor konversi dari kadar fosfatida ke kadar lesitin adalah 4.85. Jika lesitin dengan asam lemak pada posisi sn-1 dan 2 adalah

asam linoleat sebagai asam lemak terbanyak dalam kedelai, maka faktor konversi dari asam fosfatida ke lesitin adalah 4.51 untuk PE, 4.82 untuk PC, dan 5.23 untuk PI dengan rerata 4.85.

Purifikasi lesitin dari kondisi *water degumming* optimum

Purifikasi lesitin dari kondisi proses optimasi optimum menghasilkan lesitin dengan kemurnian 83.96%. Nilai ini menunjukkan kemurnian lesitin yang sangat tinggi. Sebelumnya Choo *et al.* (2004) melakukan separasi fosfolipid dari serat sawit menggunakan ekstraksi heksana dan etanol. Kemudian dilakukan pemisahan lipid polar (fosfolipid) dan lipid netral menggunakan kromatografi kolom dengan adsorben Florisil. Ekstrak heksana mengandung fosfolipid sebesar 1.367 ppm sedangkan ekstrak etanol mengandung fosfolipid sebesar 46.800 ppm. Hasil penelitian sebelumnya (Estiasih *et al.* 2010) menunjukkan bahwa separasi fosfolipid dengan metode pelarutan kloroform untuk menghilangkan lipid netral dan metanol untuk mengekstrak lipid polar berhasil mendapatkan ekstrak fosfolipid dengan kadar 61.67% (b/b). Sebelumnya Palacios dan Wang (2005) melakukan ekstraksi fosfolipid dari kuning telur ayam dengan menggunakan etanol untuk lesitin yang tidak dihilangkan minyaknya (*undeoiled lecithin*) dan aseton untuk ekstraksi lesitin yang dihilangkan minyaknya (*deoiled lecithin*). Kemurnian lesitin yang diperoleh pada fraksi kaya fosfatidilkolin adalah 34.9% dan 36.4% untuk kuning telur yang dipanaskan dan tanpa pemanasan.

Karakteristik lesitin dari kondisi *water degumming* optimum

Karakterisasi dilakukan pada lesitin dari kondisi proses *water degumming* optimum dengan respon yang dioptimasi adalah rendemen. Kondisi proses *water degumming* yang digunakan adalah jumlah air yang ditambahkan 2.95%, suhu *water degumming* 61.96°C, dan waktu proses 30.02 menit.

Tabel 7. Komposisi asam lemak penyusun lesitin kedelai varietas Anjasmoro

Jenis Asam Lemak	Kadar (%)
Asam laurat (C12:0)	0.13
Asam miristat (C14:0)	0.21
Asam palmitat (C16:0)	2.99
Asam stearat (C18:0)	26.08
Asam oleat (C18:1 ω -9)	17.19
Asam linoleat (C18:2 ω -6)	46.00
Asam alfa linolenat (C18:3 ω -3)	4.98
Asam arakidonat (C20:4 ω -6)	1.37

Jenis-jenis asam lemak penyusun lesitin kedelai dari kondisi *water degumming* optimum dapat dilihat pada Tabel 7. Dari Tabel 7 tersebut terlihat bahwa lesitin kedelai varietas Anjasmoro mengandung asam lemak yang didominasi oleh asam linoleat, diikuti dengan stearat dan oleat. Kedelai merupakan sumber asam linoleat. Hasil penelitian sebelumnya (Estiasih *et al.* 2011) menunjukkan bahwa kedelai dari varietas unggul mempunyai komposisi asam lemak yang didominasi asam linoleat dengan kadar 48-52%.

Menurut Choo *et al.* (2004), asam lemak dalam fosfolipid lebih bersifat tidak jenuh dibandingkan trigliserida. Hal ini berkaitan dengan distribusi asam lemak dalam fosfolipid dan

trigliserida. Pada fosfolipid asam lemak menempati posisi *sn-1* dan *sn-2* karena *sn-3* ditempati oleh gugus fosfat. Adapun pada trigliserida, asam lemak bisa menempati *sn-1*, *sn-2*, dan *sn-3*. Pada minyak kedelai, jenis asam lemak yang dominan adalah linoleat (Sanibal dan Mancini-Filho, 2004). Fosfolipid kedelai mengandung asam palmitat 27.3%, asam stearat 1.6%, asam oleat 14.7%, asam linoleat 52.5%, asam linolenat 3.8%, dan asam lemak lain 0.1% (Das dan Bhattacharyya, 2006). Komposisi asam lemak hasil penelitian ini berbeda dengan yang dilaporkan oleh Das dan Bhattacharyya (2006) yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan varietas kedelai yang digunakan atau perlakuan modifikasi terhadap lesitin. Lesitin biasa dimodifikasi untuk meningkatkan sifat fungsionalnya.

Dari hasil analisis kromatografi lapis tipis diperoleh 4 spot yang menunjukkan jenis-jenis fosfolipid dalam lesitin adalah PI (15.1%), PC (26.1%), PE (5.8%), dan PA (10.9%) (Tabel 8). Lesitin kedelai mengandung PC (fosfatidilkolin) 18%, PE (fosfatidiletanolamin) 14%, PI (fosfatidilinositol) 9%, PA (asam fosfatidat) 2%, PL (fosfolipid) minor 2%, glikolipid 11%, gula kompleks 5%, dan lipid netral 37% (Wu dan Wang, 2004). Judde *et al.* (2003) menunjukkan komposisi fosfolipid beberapa lesitin kedelai komersial dengan kadar PC, PE, PI, dan PA yang bervariasi.

Tabel 8. Jenis fosfolipid pada lesitin kasar kedelai varietas Anjasmoro

Jenis Fosfolipid	Kadar (%)
Fosfatidilinositol (PI)	15.1
Fosfatidilkolin (PC)	26.1
Fosfatidiletanolamin (PE)	5.8
Asam fosfatidat (PA)	10.9

Fraksi fosfolipid lesitin kedelai yang berbeda ternyata mempunyai komposisi asam lemak yang juga berbeda (Tabel 9). Asam lemak yang mendominasi untuk PC, PE, dan PA adalah asam linoleat, sedangkan untuk PI adalah asam oleat. Wang dan Wang (2008) menunjukkan bahwa asam lemak dominan penyusun fosfolipid kedelai adalah asam linoleat. Perbedaan komposisi asam lemak pada masing-masing jenis fosfolipid dalam lesitin diduga akan berpengaruh terhadap sifat fungsional fosfolipid.

Karakteristik lesitin kedelai varietas Anjasmoro dari kondisi proses *water degumming* optimum dengan respon rendemen jika dibandingkan dengan *legal purity specification of food grade lecithin* menunjukkan bahwa lesitin tersebut memenuhi standar mutu (Tabel 2). Lesitin kedelai dari varietas Anjasmoro tersebut telah memenuhi standar internasional untuk lesitin kedelai komersial. Nilai *Acetone Insoluble (AI)* menunjukkan kemurnian lesitin. Nilai AI 66.5% menunjukkan bahwa lesitin tersebut cukup murni karena pada proses ekstraksi dilakukan purifikasi dengan menggunakan aseton. Ekstraksi aseton menyebabkan fosfolipid menjadi terkonsentrasi sehingga meningkatkan kadarnya dan mengurangi jumlah yang dibutuhkan untuk aplikasi. Demikian pula sifat fungsional lesitin mengalami peningkatan (Vikbjerg *et al.* 2006).

Minyak kedelai hasil *water degumming* mempunyai kadar air 0.03% jauh lebih rendah dari batasan maksimum standar minyak kedelai dari US NOPA yaitu 0.3%. Kadar fosfor dalam minyak masih tinggi yaitu 0.108% padahal standar US NOPA

adalah 0.02%. Tingginya kadar fosfor menunjukkan bahwa tidak semua lesitin tergumpalkan pada proses hidrasi dengan menggunakan air. Diperlukan perlakuan tambahan berupa *acid degumming* untuk menghilangkan residu fosfor yang masih tersisa dalam minyak. Kadar asam lemak bebas dalam minyak hasil *degumming* adalah 4.84%. Standar US NOPA untuk minyak hasil *degumming* adalah kadar asam lemak bebas maksimum 0.75%. Kualitas minyak yang lain sebelum dan sesudah *water degumming* tidak dianalisis dalam penelitian ini.

Tabel 9. Jenis-jenis asam lemak penyusun jenis-jenis fosfolipid dalam lesitin dari kedelai varietas Anjasmoro

Jenis	Spot 1 (PI)	Spot 2 (PC)	Spot 3 (PE)	Spot 4 (PA)
Asam laurat (C12:0)	7.39	td	td	3.09
Asam miristat (C14:0)	6.42	5.96	7.64	8.04
Asam palmitat (C16:0)	17.02	23.85	17.75	20.34
Asam palmitoleat (C16:1)	10.46	9.31	10.06	13.03
Asam stearat (C18:0)	7.60	6.73	td	5.62
Asam oleat (C18:1)	29.85	5.99	10.06	td
Asam linoleat (C18:2)	17.85	44.51	51.44	40.49
Asam linolenat (C18:3)	1.99	td	td	4.08
Asam arakidat (C20:0)	1.41	3.64	3.04	5.30

Keterangan: PI = fosfatidilinositol, PC = fosfatidilkolin, PE = fosfatidiletanolamin, PA = asam fosfatidat

KESIMPULAN

Faktor yang berpengaruh pada proses *water degumming* minyak kedelai dari varietas Anjasmoro adalah suhu, tingkat penambahan air, dan waktu proses. Optimasi rendemen menghasilkan model kuadratik yang bersifat signifikan untuk memprediksi respon. Kondisi optimum tercapai pada tingkat penambahan air 2.95%, suhu 61.96%, dan waktu proses ekstraksi 30.02 menit. Hasil verifikasi menunjukkan nilai prediksi mendekati nilai verifikasi dengan perbedaan 1.49%. Pada kondisi optimum ini rendemen diperoleh sebesar 1.55% dengan kemurnian lesitin 56.24%. Lesitin dari kedelai varietas unggul Anjasmoro yang dihasilkan dengan teknik *water degumming* pada kondisi proses optimum telah memenuhi standar internasional untuk *legal purity specification of food grade lecithin* yang digunakan untuk produk pangan. Pada kondisi optimum, lesitin kedelai yang dihasilkan mempunyai kemurnian yang tinggi dan purifikasi melalui penghilangan minyak menghasilkan lesitin dengan kemurnian yang sangat tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi - Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan atas dana Hibah Penelitian Strategis Nasional Tahun 2010 dengan kontrak No. 522/SP2H/PP/DP2M/VII/2010, tanggal 24 Juli 2010.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOCS] American Oil Chemists Society. 2003. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemistry Society. 5th ed. Revision. Broadmaker Drive, Champaign, Illinois.
- Cabezas DM, Diehl BWK, Tomás MC. 2009. Sunflower lecithin: application of a fractionation process with absolute ethanol. *J Am Oil Chem Soc* 86: 189-196. DOI: [10.1007/s11746-008-1336-5](https://doi.org/10.1007/s11746-008-1336-5).
- Choo YM, Bong SC, Ma AN, Chuah CH. 2004. Phospholipids from palm-pressed fiber. *J Am Oil Chem Soc* 81: 471-475. DOI: [10.1007/s11746-004-0925-4](https://doi.org/10.1007/s11746-004-0925-4).
- Das S, Bhattacharyya DK. 2006. Preparation and surface-active properties of hydroxy and epoxy fatty acid-containing soy phospholipids. *J Am Oil Chem Soc* 83: 1015-1020. DOI: [10.1007/s11746-006-5156-1](https://doi.org/10.1007/s11746-006-5156-1).
- Eshraty P. 2008. Effect of different parameters on removal and quality of soybean lecithin. *Res J Biol Sci* 3: 874-879.
- Estiasih T, Ahmadi K, Nisa FC, Khuluq AD. 2010. Rekoveri dan fraksinasi fosfolipid dari limbah pengolahan minyak sawit. *J Teknol dan Industri Pangan* 21: 151-159.
- Estiasih T, Ahmadi K, Sunarharum B, Destryana RA. 2011. Saponifikasi dan ekstraksi satu tahap untuk ekstraksi minyak tinggi linoleat dan linolenat dari kedelai varietas lokal. *Agritech* 31: 36-45.
- Ginting E, Antarlina SS, Widowati S. 2009. Varietas unggul kedelai untuk bahan baku industri pangan. *J Litbang Pertanian* 28: 79-87.
- [IUPAC] International Union of Pure and Applied Chemistry. 1979. Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats, and Derivatives. 6th ed. Pergamon Press, British.
- Joshi A, Paratkar SG, Thorat BN. 2006. Modification of lecithin by physical, chemical and enzymatic methods. *Eur J Lipid Sci Technol* 108: 363-373. DOI: [10.1002/ejlt.200600016](https://doi.org/10.1002/ejlt.200600016).
- Judde A, Villeneuve P, Rossignol-Castera A, Guillou AL. 2003. Antioxidant effect of soy lecithin on vegetable oil stability and their synergism with tocopherols. *J Am Oil Chem Soc* 80: 1209-1215.
- Lin J, Blank I. 2003. Odorants generated by thermally induced degradation of phospholipids. *J Agric Food Chem* 51: 4364-4369. DOI: [10.1021/jf034300m](https://doi.org/10.1021/jf034300m).
- Nasir MI, Bernards MA, Charpentier PA. 2007. Acetylation of soybean lecithin and identification of components for solubility in supercritical carbon dioxide. *J Agric Food Chem* 55: 1961-1969. DOI: [10.1021/jf0618832](https://doi.org/10.1021/jf0618832).
- Nieuwenhuyzen WV, Tomás MC. 2008. Update on vegetable lecithin and phospholipid technologies. *Eur J Lipid Sci Technol* 110: 472-486. DOI: [10.1002/ejlt.200800041](https://doi.org/10.1002/ejlt.200800041).
- Nzai JM, Proctor A. 1998. Phospholipids determination in vegetable oil by thin-layer chromatography and imaging densitometry. *Food Chem* 63: 571-576. DOI: [10.1016/S0308-8146\(98\)00043-0](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(98)00043-0).
- Palacios LE, Wang T. 2005. Extraction of egg-yolk lecithin. *J Am Oil Chem Soc* 82: 565-569. DOI: [10.1007/s11746-005-1110-5](https://doi.org/10.1007/s11746-005-1110-5).
- Park PW, Goins RE. 1994. In situ preparation of fatty acids methyl esters for analysis of fatty acids composition in foods. *J Food Sci* 59: 1262-1266. DOI: [10.1111/j.1365-2621.1994.tb14691.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1994.tb14691.x).
- Sanibal EAA, Mancini-Filho J. 2004. Frying oil and fat quality measured by chemical, physical, and test kit analyses. *J Am Oil Chem Soc* 81: 847-852. DOI: [10.1007/s11746-004-0990-8](https://doi.org/10.1007/s11746-004-0990-8).
- Shahidi F. 2005. *Bailey's Industrial Oil and Fat Product*. 6th edition. John Wiley & Sons, Newfoundland, Canada.
- [USDA] United State Department of Agriculture. 2010. Quality Standards for U.S. Soybeans and Soy Products. <http://www.usda.gov/gipsa>. [24 April 2010].
- Wang G, Wang T. 2008. Oxidative stability of egg and soy lecithin as affected by transition metal ions and pH in emulsion. *J Agric Food Chem* 56: 11424-11431. DOI: [10.1021/jf8022832](https://doi.org/10.1021/jf8022832).
- Wu Y, Wang T. 2004. Fractionation of crude soybean lecithin with aqueous ethanol. *J Am Oil Chem Soc* 81: 697-704.
- Vikbjerg AF, Rusig JY, Jonsson G, Mu H, Xu X. 2006. Comparative evaluation of the emulsifying properties of phosphatidylcholine after enzymatic acyl modification. *J Agric Food Chem* 54: 3310-3316. DOI: [10.1021/jf052665w](https://doi.org/10.1021/jf052665w).