

**PENGARUH VOLUME MINYAK GORENG DAN BENTUK BIJI EDAMAME
(*Glycine Max* LINN. MERRILL) TERHADAP KARAKTERISTIK PRODUK
EDAMAME GORENG METODE PENGGORENGAN VAKUM**

***Effect of Oils Volume and Edamame (*Glycine max* Linn. Merrill) Shape on
Product Characteristics of Fried Edamame with Vacuum Frying Method***

Umi Nadhiroh^{1*} dan Wahono Hadi Susanto¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, email: uminadhiroh29@gmail.com

ABSTRAK

Produk edamame goreng komersial memiliki warna yang tidak menarik dan kurang renyah. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki karakteristik edamame goreng dengan mengetahui pengaruh volume minyak : bahan dan bentuk biji edamame. Penelitian menggunakan metode Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor pertama, perbandingan volume minyak : bahan (v/b) (24:1, 30:1, dan 36:1) dan faktor kedua bentuk biji edamame (utuh, campuran 50:50, dan pecah). Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) atau *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Berdasarkan hasil penelitian, perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berpengaruh terhadap karakteristik fisik, kimia dan organoleptik edamame goreng. Perlakuan terbaik berdasarkan sifat kimia dan fisik adalah perlakuan perbandingan volume minyak : bahan 30:1 dengan bentuk biji utuh, sedangkan perlakuan terbaik secara organoleptik adalah perlakuan volume minyak : bahan 24:1 dengan bentuk biji pecah.

Kata kunci: Biji Edamame, Penggorengan Vakum, Transfer Massa dan Panas

ABSTRACT

*Commercial fried edamame products have no attractive color and less crispy. The research tries to improve fried edamame characteristic by observing the effect of oils volume : materials ratio and edamame shape. The research use Randomized Block Design (RBD) with two factors. The first factor is oils volume in compared with materials ratio (v/w) (24:1, 30:1, and 36:1), while the second factor is edamame shape (whole, mix 50:50, and broken). Obtained data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) with further test of Least Significant Difference (LSD) or *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Based on the results known that treatment of oils volume and edamame shape gave significant effect of physical, chemical, and organoleptic characteristics of fried edamame. The best physical and chemical properties of fried edamame obtained by treatment of the oils volume : materials from 30:1 with whole shape of edamame, while the best organoleptic properties made by treatment of the oils volume : materials 24:1 with a broken shape.*

Keywords: Edamame Beans, Vacuum Frying, Mass and Heat Transfer

PENDAHULUAN

Sekitar 52.40% dari total produksi edamame merupakan edamame afkir yang tidak bernilai komersial. Upaya untuk meningkatkan nilai ekonomis dari edamame afkir dengan cara penggorengan vakum, namun produk yang dihasilkan masih kurang renyah dan warna tidak menarik. Perubahan tekstur bahan menjadi lebih garing dan renyah terjadi akibat

perpindahan massa dan panas selama proses penggorengan. Proses tersebut akan menyebabkan penguapan air dan penyerapan minyak dalam bahan.

Menurut Fan *et al.* (2005), semakin banyak air dalam bahan yang diuapkan, semakin banyak pula minyak yang terserap, dengan demikian produk akan semakin garing dan renyah. Penguapan air dari dalam produk tergantung pada medium pemanasan dan luas permukaan bahan yang digoreng. Penelitian ini bertujuan untuk memperbaiki karakteristik edamame goreng dengan mengetahui pengaruh perbandingan volume minyak : bahan, serta bentuk biji edamame terhadap karakteristik produk edamame goreng.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan edamame goreng yaitu, biji edamame beku yang diperoleh dari PT. Mitratani Dua Tujuh, Jember-Jawa Timur. Bahan lain yang digunakan adalah minyak goreng berfortifikasi vitamin A.

Alat

Alat yang digunakan dalam pembuatan produk edamame goreng adalah penggorengan vakum (*vacuum frying*) merk "Lokal", dengan kapasitas 12 L. Memiliki daya sebesar 750 W dan tegangan 220-240 V. Menggunakan sistem *Water Jett* dengan *injector* sebagai sistem pemvakumannya. Terbuat dari *stainless steel* yang dilengkapi dengan kontrol panel dan tuas pengaduk. Terdapat satu titik api yang berasal dari kompor gas dengan bahan bakar LPG. Alat lain yang digunakan adalah timbangan analitik merk "Camry" model EK3250, dan mesin peniris minyak (*spinner*) merk "Moswell" model "Aqua-125", memiliki kecepatan putaran 2850 rpm (*Revolution per Minute*).

Alat yang digunakan untuk analisis adalah timbangan analitik "Denver Instrument M-310"; oven listrik 220 V "Memmert"; lemari asam; alat destruksi; alat destilasi "Buchi K-350"; pemanas listrik 300 W "Maspion"; *stop watch*; desikator "Nalgene"; tanur listrik 600°C "Thermolyne"; kertas saring halus; soxhlet "Gerhardt"; kapas steril; benang wol; corong plastik; spatula besi; spatula kaca; cawan porselen, bola hisap "Sicherheits"; colorimeter "Konica Minolta"; pemegang buret, dan *texture analyzer* "Brookfield".

Glassware yang digunakan antara lain, gelas ukur 100 ml dan 500 ml "Iwaki Pyrex"; erlenmeyer 50, 100, dan 250 ml "Iwaki", "Herma", "Schott Duran"; pipet volume 1 dan 10 ml "Pricolor HBG"; mortar; *beaker glass* 100 dan 250 ml "Iwaki CTE33", "Schott Duran"; pipet tetes; buret 25 ml "Duran KPG".

Tahapan Penelitian

1. Persiapan bahan. Biji edamame dicuci dan dipisahkan berdasarkan bentuknya, ditimbang kemudian dibekukan dalam *freezer* ($\pm 15^{\circ}\text{C}$) selama 48 ± 3 jam.
2. Penggorengan vakum (Modifikasi Putro dkk., 2012). Minyak goreng dipanaskan hingga mencapai suhu 80°C , selanjutnya bahan dimasukkan dalam keranjang penggoreng dan *vacuum chamber* ditutup rapat. Sistem pemvakuman dinyalakan hingga tekanan dalam *chamber* mencapai (-) 70cmHg. Proses penggorengan berlangsung selama 50 menit, dan dilakukan pengadukan setiap 5-10 menit. Setelah penggorengan, sistem pemvakuman dimatikan dan tekanan dalam *chamber* diturunkan. Bahan dikeluarkan kemudian ditiriskan menggunakan *spinner* selama 40 detik. Produk dikemas menggunakan plastik *zip-look* ukuran 0,1mm sebelum dilakukan analisis.

Metode

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) Faktorial. Faktor pertama perbandingan volume minyak : bahan (v/b) (24:1, 30:1, dan 36:1), dan faktor kedua adalah bentuk biji edamame (utuh, campuran 50:50, dan pecah). Ulangan dilakukan sebanyak 3 kali. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila salah satu faktor atau keduanya berpengaruh beda nyata atau sangat nyata maka dilakukan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) 5% atau 1%. Apabila terdapat

interaksi antar kedua faktor maka dilakukan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) 5% jika beda nyata dan 1% jika beda sangat nyata. Penentuan perlakuan terbaik ditentukan dengan metode Zeleny (Zeleny, 1982 *dalam* Setiawan, 2016). Produk terbaik dibandingkan dengan kontrol (salah satu produk komersial) dengan menggunakan metode *Independent Sample tTest* (Santoso, 2005).

Prosedur Analisis

Analisis bahan baku meliputi kadar air metode oven kering, protein metode Kjeldahl, abu metode pengabuan kering (AOAC, 1990), kadar lemak metode Soxhlet (Modifikasi SNI, 1992), kadar karbohidrat metode *by difference* (Lestari dkk., 2013) dan analisis warna L*, a*, b* (Yuwono dan Susanto, 1998).

Analisis produk meliputi kadar air metode oven kering, protein metode Kjeldahl, abu metode pengabuan kering (AOAC, 1990), kadar lemak metode Soxhlet (Modifikasi SNI, 1992), kadar karbohidrat metode *by difference* (Lestari dkk., 2013), analisis warna L*, a*, b* (Yuwono dan Susanto, 1998), rendemen (Hustiany, 2005), daya serap minyak (Kodavali, 2012), daya patah (Brookfield Engineering Laboratories, inc.), dan analisis organoleptik uji skor dan kesukaan (SNI, 2006).

Analisis pada minyak goreng yang sudah digunakan untuk menggoreng adalah analisis bilangan peroksida metode titrasi (Modifikasi Sudarmadji dkk., 1997).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Bahan Baku

Tabel 1. Perbandingan Data Analisis dan Literatur Biji Edamame

Parameter	Hasil Analisis	Data Literatur ^a
Air (%bb)	71.51±0.77	72.77
Lemak (%bb)	2.66±0.94	5.20
Protein (%bb)	14.27±0.84	11.91
Abu (%bb)	0.84±0.15	1.21
Karbohidrat (%bb)	10.71±0.82	8.91
Warna:		
Kecerahan (L)	60.86±3.50	-
Kemerahan (a*)	-11.02±0.84	-
Kekuningan (b*)	30.16±1.88	-

Keterangan: %bb merupakan persentase berat basah.

Sumber: a) United States Department of Agriculture (2016)

Hasil analisis bahan baku yang dilakukan berbeda dengan standar kualitas biji edamame yang telah ditetapkan oleh United States Department of Agriculture (USDA) (Tabel 1). Perbedaan antara hasil analisis dengan literatur dapat disebabkan oleh sumber bahan baku yang berbeda, usia panen, penanganan pasca panen, serta metode analisis yang digunakan. Sciarappa *et al.* (2007) mengungkapkan bahwa perbedaan kultivar (varietas yang dibudidayakan) juga berpengaruh terhadap karakteristik biji edamame.

2. Hasil Analisis Kimia dan Fisik

Tabel 2. Hasil Analisis Proksimat Produk Edamame Goreng

Perlakuan	Taraf	Hasil Analisis (%)				
		Air (bb)	Lemak (bk)	Protein (bk)	Abu (bk)	Karbohidrat (bk)
Perbandingan	24 : 1	7.34 ^b	38.94 ^a	31.29 ^c	2.31 ^b	27.46 ^b
volume minyak	30 : 1	6.53 ^b	41.78 ^b	29.05 ^b	2.07 ^{ab}	27.10 ^b
: bahan	36 : 1	5.32 ^a	46.05 ^c	27.12 ^a	1.84 ^a	25.00 ^a

Bentuk biji edamame	Utuh	9.58 ^c	37.73 ^a	31.36 ^c	2.36 ^b	28.55 ^b
	Campuran	5.84 ^b	41.61 ^b	29.08 ^b	2.18 ^b	27.14 ^b
	Pecah	3.78 ^a	47.43 ^c	27.01 ^a	1.67 ^a	23.88 ^a

Keterangan: 1. angka yang disertai notasi berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata ($\alpha=0.01$)

2. berat basah (bb), berat kering (bk)

Kadar air

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antar kedua faktor tidak berpengaruh terhadap kadar air edamame goreng, namun kedua faktor berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap kadar air produk (Tabel 2). Kadar air edamame goreng akibat perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berkisar antara 2.84-10.81%bb. Tabel 2 menunjukkan bahwa semakin tinggi volume minyak mengakibatkan kadar air produk semakin rendah. Hal ini berkaitan dengan lama periode suhu bahan konstan. Pada penelitian ini, bahan dimasukkan dalam penggorengan saat keadaan beku. Hal tersebut dapat mempengaruhi suhu minyak disekitar bahan. Diduga semakin banyak volume minyak goreng, penurunan suhu minyak akibat pengaruh suhu bahan tidak akan menurun drastis. Sehingga proses transfer massa dan panas akan berlangsung lebih cepat.

Menurut Manurung (2011), air akan menguap saat suhu permukaan bahan mencapai titik didih air. Pada saat itu juga suhu minyak akan turun, hal tersebut dipengaruhi oleh suhu awal bahan. Jamaluddin dkk. (2012) juga mengungkapkan bahwa penurunan kadar air terkait dengan lama periode suhu bahan konstan. Suhu bahan mulai bertambah tinggi setelah kadar air mendekati 20%, kemudian mencapai suhu penggorengan. Selain volume minyak, bentuk biji edamame juga berpengaruh terhadap kadar air produk. Tabel 2 menunjukkan bahwa bentuk biji yang pecah memiliki kadar air paling tinggi. Hal tersebut disebabkan karena biji yang pecah memiliki luas permukaan lebih besar dibandingkan biji yang utuh. Ratnasari dkk. (2014) mengungkapkan bahwa untuk mempercepat pengeringan pada umumnya bahan dipotong-potong untuk memperluas permukaan bahan. Permukaan bahan yang luas dapat berhubungan dengan medium pemanasan sehingga air akan mudah keluar.

Kadar lemak

Rerata kadar lemak edamame goreng akibat perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berkisar antara 34.91-51.75%bk. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antar kedua faktor, namun keduanya memberikan pengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap kadar lemak. Semakin tinggi volume minyak menyebabkan kadar lemak produk semakin meningkat. Selain itu, bentuk biji yang utuh juga memiliki kadar lemak paling tinggi bila dibandingkan dengan bentuk utuh dan campuran. Meningkatnya kadar lemak produk disebabkan oleh terjadinya penyerapan minyak ke dalam bahan, hal inilah yang juga menyebabkan penguapan air dalam bahan selama penggorengan.

Semakin rendah kadar air dalam bahan maka semakin tinggi penyerapan minyak yang terjadi. Dihubungkan dengan kecenderungan penurunan kadar air, maka hal ini dapat mengindikasikan adanya poses penyerapan minyak akibat ruang kosong yang mulanya terisi oleh air, ketika air menguap maka rongga tersebut mulai terisi oleh minyak (Putro dkk., 2012). Penyerapan minyak dipengaruhi oleh kadar air, luas permukaan, suhu penggorengan, dan lama penggorengan (Tjahjadi dkk. 2011). Semakin meningkat waktu penggorengan, *crust* yang terbentuk juga akan semakin tebal dan menghalangi jalannya proses transfer massa, akibatnya laju penurunan kadar air dan penyerapan minyak semakin berkurang. Pembentukan lapisan *crust* pada bagian luar bahan menyebabkan adanya gradient difusi uap air pada bagian tersebut dan gradient tekanan uap air dibawah lapisan *crust* (Manurung, 2011). Hal itulah yang menyebabkan minyak yang terserap oleh bahan tidak mudah keluar meski sudah dilakukan proses penirisan minyak. Hal ini terjadi terutama pada bahan pangan yang tinggi protein.

Kadar protein

Hasil analisis kadar protein produk edamame goreng dengan perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berkisar antara 24.78-33.31%bk. Analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antar kedua faktor, namun keduanya berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap kadar protein. Semakin tinggi volume minyak menghasilkan kadar protein produk yang semakin rendah, dan bentuk biji yang pecah juga memiliki kadar protein paling rendah.

Pada dasarnya volume minyak tidak akan mempengaruhi kadar suatu protein. Hal tersebut disebabkan karena proses pemanasan hanya akan merubah struktur protein akibat denaturasi oleh panas. Sundari dkk. (2015) mengungkapkan bahwa penggorengan dapat juga menurunkan kadar protein karena pada proses penggorengan sebaian minyak goreng akan menempati rongga-rongga bahan pangan menggantikan posisi air yang menguap, sehingga konsentrasi protein persatuan berat bahan menjadi lebih kecil. Selain itu, bentuk biji edamame juga mempengaruhi kadar protein produk. Kulit ari mengandung 34.90% protein (Richana dan Lestina, 2003). Oleh sebab itu, biji yang utuh memiliki kadar protein lebih tinggi daripada biji yang pecah. Hal tersebut disebabkan karena pada biji yang utuh masih memiliki kulit ari, sedangkan biji yang pecah kehilangan kulit ari akibat kerusakan secara mekanis.

Kadar abu dan karbohidrat

Hasil analisis kadar abu dan karbohidrat produk edamame goreng akibat perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berkisar antara 1.28-2.56%bk dan 22.19-29.23%bk. Analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terjadi interaksi antar kedua faktor, namun keduanya berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap kadar abu dan karbohidrat. Semakin tinggi volume minyak menghasilkan kadar abu dan karbohidrat yang semakin rendah pada produk. Bentuk biji yang utuh memiliki kadar abu dan karbohidrat lebih tinggi bila dibandingkan dengan bentuk biji campuran dan pecah.

Sama halnya dengan kadar protein, penurunan kadar abu dan karbohidrat pada volume minyak yang semakin tinggi disebabkan oleh persentase berat kering yang semakin meningkat. Peningkatan persentase berat kering dipengaruhi oleh penyerapan minyak pada saat penggorengan, dimana semakin tinggi penyerapan minyak semakin tinggi persentase berat keringnya. Hal tersebut akan menurunkan persentase dari komponen lain seperti abu dan karbohidrat. Selain itu, kulit ari kedelai mengandung mineral seperti kalsium (0.23%) dan fosfor (0.58%) serta 37.74% serat kasar Richana dan Lestina (2003). Hal itulah yang menyebabkan biji utuh memiliki kadar abu dan karbohidrat lebih tinggi bila dibandingkan dengan bentuk biji campuran dan pecah.

Peningkatan bilangan peroksida

Hasil analisis peningkatan bilangan peroksida pada minyak goreng yang digunakan untuk menggoreng edamame goreng, berkisar antara 0,09-0,79 Mek O₂/kg. Terjadi interaksi sangat nyata ($\alpha=0.01$) antara perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame. Tabel 3 menunjukkan bahwa semakin tinggi volume minyak yang digunakan semakin rendah peningkatan bilangan peroksida yang terjadi. Sedangkan pada bentuk biji edamame, biji yang pecah mengakibatkan peningkatan bilangan peroksida paling tinggi dibandingkan biji campuran dan utuh.

Menurut Liu (1997), hipokotil atau lembaga pada kedelai mengandung persentase *polyunsaturated fatty acids* (PUFA) yang cukup tinggi. Hal tersebut akan berpengaruh pada pembentukan radikal bebas selama proses penyimpanan, dimana lembaga pada bentuk biji yang utuh masih terlindungi dengan baik, sehingga pembentukan radikal bebas dapat diminimalisir. Sedangkan pada bentuk biji yang pecah, lembaga akan lebih terekspos dan pembentukan radikal bebas selama penyimpanan akan berlangsung lebih cepat daripada bentuk yang utuh. Pada proses penggorengan berlangsung, terjadi reaksi oksidasi akibat adanya panas dan oksigen, serta terjadi reaksi oksidasi berantai akibat radikal bebas yang terbentuk selama penyimpanan. Semakin banyak radikal bebas yang terbentuk, semakin cepat reaksi berantai yang terjadi.

Tabel 3. Rerata Peningkatan Bilangan Peroksida pada Minyak Goreng Akibat Perlakuan Volume Minyak Goreng dan Bentuk Biji Edamame

Volume Minyak : Bahan (v/b)	Bentuk Biji Edamame	Bilangan Peroksida (Mek O ₂ /kg)
24 : 1	Utuh	0.16±0.06 ^{ab}
	Campuran	0.29±0.08 ^b
	Pecah	0.79±0.08 ^d
30 : 1	Utuh	0.10±0.010 ^a
	Campuran	0.23±0.06 ^{ab}
	Pecah	0.59±0.10 ^c
36 : 1	Utuh	0.09±0.01 ^a
	Campuran	0.20±0.01 ^{ab}
	Pecah	0.43±0.05 ^b

Keterangan: Angka yang disertai dengan notasi berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata ($\alpha=0.01$)

Selain bentuk biji edamame, volume minyak juga berpengaruh dalam peningkatan bilangan peroksida. Menurut Paramitha (2012), minyak goreng yang umum digunakan untuk menggoreng adalah minyak sawit yang mengandung sekitar 80% asam lemak tak jenuh jenis oleat dan linoleat. Reaksi berantai yang terjadi selama penggorengan pada biji edamame akan berpengaruh pada asam lemak yang terkandung didalam minyak goreng. Pada volume yang rendah, konsentrasi asam lemak didalamnya jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan volume minyak yang tinggi. Sehingga ketika terjadi reaksi oksidasi berantai, konsentrasi asam lemak pada volume minyak yang rendah lebih banyak yang terpengaruh daripada volume yang tinggi. Oleh sebab itu, penggorengan yang dilakukan pada volume minyak yang rendah dengan bentuk biji yang pecah menyebabkan peningkatan bilangan peroksida paling tinggi.

Tabel 3. Hasil Analisis Fisik Produk Edamame Goreng

Perlakuan	Taraf	Hasil Analisis					
		Daya Serap Minyak (L)	Rendermen (%)	Daya Patah (g)	Intensitas Warna		
					L*	a*	b*
Perbandingan volume minyak : bahan	24 : 1	0.054 ^a	40.96 ^a	580.54 ^b	53.57 ^a	-9.31 ^a	23.24 ^a
	30 : 1	0.070 ^b	43.18 ^{ab}	527.17 ^{ab}	52.33 ^a	-10.10 ^a	23.17 ^a
	36 : 1	0.084 ^c	43.67 ^b	360.16 ^a	53.02 ^a	-9.81 ^a	23.67 ^a
Bentuk biji edamame	Utuh	0.057 ^a	40.00 ^a	607.82 ^b	52.12 ^a	-8.74 ^b	22.36 ^a
	Campuran	0.065 ^a	42.22 ^a	562.63 ^b	52.03 ^a	-10.00 ^{ab}	23.38 ^{ab}
	Pecah	0.087 ^b	45.59 ^b	297.41 ^a	54.77 ^b	-10.48 ^a	24.34 ^b

Keterangan: angka yang disertai notasi berbeda menunjukkan berbeda sangat nyata ($\alpha=0.01$)

Daya serap minyak

Analisis daya serap minyak bertujuan untuk mengetahui seberapa banyak minyak goreng yang terserap oleh bahan, dengan cara mengukur selisaih volume minyak goreng sebelum dan sesudah penggorengan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kedua faktor berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap daya serap minyak. Daya serap minyak akibat perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berkisar antara 0.10-0.17 L. Semakin tinggi volume minyak menyebabkan daya serap minyak semakin tinggi, begitu pula dengan bentuk biji yang pecah, bentuk yang pecah menghasilkan daya serap minyak yang lebih tinggi daripada bentuk biji utuh dan campuran.

Penyerapan minyak yang meningkat, menunjukkan kadar air semakin menurun karena posisi air digantikan oleh minyak sebagai media penghantar panas. Penyerapan minyak oleh produk goreng dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu dan waktu yang berbanding lurus dengan peningkatan penyerapan minyak, air yang terkandung dalam bahan, dan kualitas

minyak yang digunakan. Jenis bahan yang digorengpun juga dapat mempengaruhi penyerapan minyak. Bahan yang berasal dari bahan pangan nabati dan mengandung pati akan menyerap minyak lebih banyak daripada bahan pangan hewani (Zahra dkk., 2013). Besarnya tingkat penyerapan minyak memperlihatkan besarnya kadar lemak pada suatu produk (Nurani dkk. 2013).

Menurut Moreira (2014), jika tekanan vakum dinaikkan sebelum proses penirisan minyak lebih lanjut, maka bahan akan tetap menyerap minyak disekitar permukaannya. Penirisan lebih lanjut yang dilakukan dengan menggunakan sentrifus (*spinner*) akan menghilangkan minyak dari permukaan bahan. Oleh sebab itu, bentuk biji yang pecah mengalami daya serap minyak yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan bentuk biji campuran dan utuh. Hal tersebut disebabkan karena selama proses penggorengan berlangsung biji yang pecah menyerap minyak lebih banyak, dan minyak yang telah terserap oleh bahan tidak mudah keluar meskipun telah dilakukan penirisan minyak menggunakan *spinner*.

Rendemen

Hasil analisis rendemen edamame goreng akibat perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berkisar antara 37.44-46.55%. Rendemen semakin meningkat seiring dengan bertambahnya volume minyak, bentuk biji yang pecah juga memiliki nilai rendemen yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan biji campuran dan utuh. Menurut Susanto (2011), semakin luas permukaan bahan yang kontak dengan media pemanas, semakin cepat pula perpindahan atau perubahan massa yang terjadi. Besarnya penyerapan minyak dalam bahan yang digoreng akan berpengaruh pada persentase rendemen. Hal ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Setyawan dan Widaningrum (2013) yang menjelaskan bahwa, semakin tinggi suhu penggorengan keripik wortel dengan pembumbuan kering, semakin tinggi kadar lemak pada produk (33.28–36.59%). Pada suhu yang semakin meningkat pula, rendemen juga semakin meningkat (15.94-16.56%).

Daya patah

Daya patah merupakan besarnya daya atau usaha yang dilakukan untuk mematahkan suatu produk. Menurut Shyu *et al.* (2005) dan Palupi dkk. (2011), daya patah memiliki hubungan dengan kerenyahan suatu produk, dimana semakin rendah nilai daya patah akan semakin meningkatkan nilai kerenyahannya. Hasil analisis daya patah edamame goreng akibat perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berkisar antara 193,07 hingga 707 g. Tidak terjadi interaksi antar kedua faktor, namun keduanya memberikan pengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap daya patah produk edamame goreng. Semakin tinggi volume minyak yang digunakan, menghasilkan daya patah produk yang semakin rendah. Bentuk biji edamame yang pecah memiliki daya patah lebih rendah bila dibandingkan dengan biji campuran dan utuh.

Palupi dkk. (2011) mengungkapkan bahwa tingkat kerenyahan berhubungan erat dengan kadar air produk. Pada kadar air yang terlalu tinggi menjadikan tekstur kurang garing atau tidak renyah. Volume minyak yang tinggi mampu menguapkan lebih banyak air dalam bahan, sehingga daya patah yang dihasilkan lebih rendah, yang artinya produk tersebut memiliki tingkat kerenyahan lebih tinggi. Menurut Asmaranigtyas (2014), tekstur suatu bahan juga dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan yang digunakan serta ketebalan bahan itu sendiri. Bentuk biji yang pecah memiliki ketebalan lebih rendah daripada biji yang utuh, sehingga biji yang pecah memiliki daya patah lebih rendah daripada biji yang utuh.

Warna (L^* , a^* , b^*)

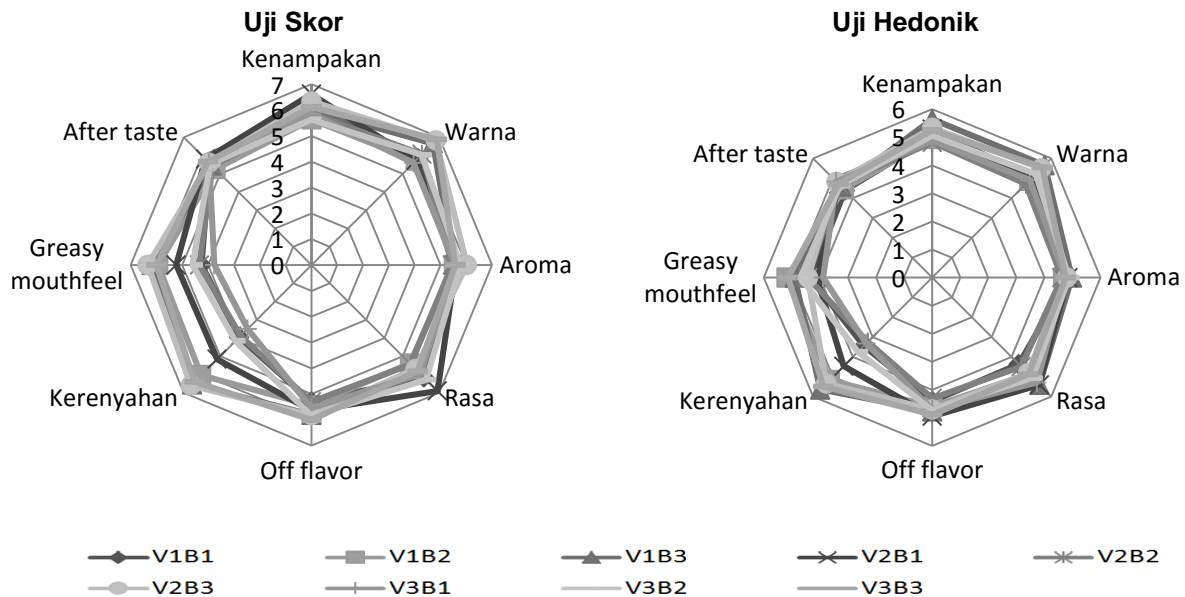
Hasil analisis warna produk edamame goreng akibat perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berkisar antara 51.54-55.41 untuk nilai L^* (tingkat kecerahan), (-) 10.74 hingga (-) 7.95 untuk nilai a^* (tingkat kemerahan), dan 22.12-24.48 untuk nilai b^* (tingkat kekuningan). Volume minyak tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada warna produk, namun bentuk biji edamame berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap intensitas warna produk. Biji yang pecah memiliki tingkat kecerahan lebih tinggi, tingkat kemerahan lebih rendah, dan tingkat kekuningan lebih tinggi daripada biji yang utuh. Perbedaan intensitas warna yang

terjadi pada umumnya disebabkan oleh warna permukaan bahan yang berbeda. Biji yang utuh masih terlindungi kulit ari dan berwarna lebih hijau daripada biji yang pecah, sedangkan biji yang pecah sudah tidak memiliki kulit ari dan bagian dalamnya yang berwarna lebih terang juga terekspos. Sehingga ketika dilakukan analisis warna, bentuk biji yang pecah memiliki tingkat kecerahan dan kekuningan lebih tinggi, namun pada tingkat kemerahan lebih rendah. Nilai intensitas kemerahan yang minus menunjukkan bahwa warna yang terdeteksi adalah warna hijau. Semakin rendah nilai a^* , menunjukkan bahwa warna hijau semakin pudar atau hijau cerah.

Pada umumnya degradasi warna terjadi akibat pemanasan suhu tinggi. Shyu *et al.* (2005) mengungkapkan bahwa selama penggorengan pada suhu rendah (70-90°C), perubahan nilai L pada chip wortel tidak signifikan, sedangkan penggorengan pada suhu 100°C, secara signifikan ($p < 0,05$) dapat menurunkan nilai L. Pada penelitian ini, suhu penggorengan yang digunakan adalah suhu $80 \pm 5^\circ\text{C}$, sehingga degradasi warna yang terjadi akibat perbedaan volume minyak tidak signifikan.

3. Hasil Analisis Organoleptik

Penilaian organoleptik pada edamame goreng menggunakan dua metode, yaitu uji skor (*scoring test*) dan uji hedonik atau kesukaan (*hedonic test*). Uji skor digunakan untuk menentukan tingkatan mutu dari tiap parameter berdasarkan skala angka, angka terendah (1) sebagai intensitas terendah dan angka tertinggi (9) sebagai intensitas tertinggi, terdapat nilai tengah (5) yang artinya netral. Sedangkan uji kesukaan digunakan untuk menentukan tingkat kesukaan panelis terhadap produk dengan cara memberikan nilai sesuai dengan skala yang ditentukan.



Gambar 1. Grafik Uji Organoleptik Edamame Goreng Metode Skor dan Hedonik Akibat Perlakuan Volume Minyak dan Bentuk Biji Edamame

Kenampakan merupakan parameter utama dalam analisis organoleptik, karena kenampakan merupakan karakteristik pertama yang dinilai oleh panelis. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan berpengaruh nyata ($\alpha = 0.05$) terhadap kenampakan produk. Berdasarkan uji skor, rerata skor yang diberikan panelis berkisar antara 5.64 hingga 6.62 (cenderung seragam), dan skor tertinggi didapatkan oleh perlakuan volume minyak : bahan 30 : 1 dengan bentuk biji utuh. Sedangkan berdasarkan uji hedonik, rerata nilai yang diberikan oleh panelis berkisar antara 4.82 (agak suka) hingga 5.64 (suka), dan nilai tertinggi didapatkan oleh perlakuan volume minyak : bahan 24 : 1 dengan bentuk biji pecah.

Hal ini membuktikan bahwa produk yang dinilai seragam belum tentu disukai oleh beberapa panelis.

Uji skor parameter warna bertujuan untuk menentukan intensitas warna hijau segar pada produk. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap warna produk. Rerata skor yang diberikan panelis berkisar antara 5.60 hingga 6.88 (cenderung hijau segar), dan skor tertinggi diperoleh oleh perlakuan volume minyak : bahan 36 : 1 dengan bentuk biji pecah. Berdasarkan uji hedonik, rerata nilai yang diberikan oleh panelis berkisar antara 4.72 (agak suka) hingga 5.66 (suka), dan nilai tertinggi diberikan pada perlakuan volume minyak : bahan 24 : 1 dengan bentuk biji pecah. Hal ini menunjukkan bahwa volume minyak secara signifikan tidak berpengaruh pada warna produk, namun pada bentuk biji edamame, panelis lebih menyukai warna biji yang pecah karena dinilai lebih berwarna hijau segar bila dibandingkan dengan bentuk biji campuran dan utuh.

Penentuan parameter rasa pada uji skor bertujuan untuk mendeteksi adanya rasanya pahit pada produk yang disebabkan oleh senyawa glikosida pada kedelai. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap rasa produk. Rerata skor yang diberikan oleh panelis berkisar antara 5.4 (netral) hingga 6.9 (cenderung tidak pahit), dan skor tertinggi diberikan pada perlakuan volume minyak : bahan 30 : 1 dengan bentuk biji utuh. Pada uji hedonik, rerata nilai yang diberikan oleh panelis berkisar antara 4.36 (netral) hingga 5.4 (agak suka), dan nilai tertinggi diberikan pada perlakuan perbandingan volume minyak : bahan 24 : 1 dan 30 : 1 dengan bentuk biji pecah dan utuh. Penilaian tertinggi berdasarkan uji skor dan hedonik diberikan pada perlakuan yang sama, hal tersebut menunjukkan bahwa produk edamame tidak memiliki rasa pahit dan rata-rata panelis menyukai produk tersebut.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap kerenyahan produk. Rerata skor yang diberikan oleh panelis berkisar antara 3.5 (kurang renyah) hingga 6.6 (cenderung renyah), dan skor tertinggi diberikan pada perlakuan volume minyak : bahan 30 : 1 dengan bentuk biji pecah. Pada uji hedonik, rerata nilai yang diberikan oleh panelis berkisar antara 3.24 (agak tidak suka) hingga 5.64 (suka), dan nilai tertinggi diberikan pada perlakuan perbandingan volume minyak : bahan 24 : 1 dengan bentuk biji pecah. Hal ini berbeda dengan hasil analisis daya patah yang menunjukkan bahwa semakin tinggi volume minyak akan menghasilkan produk yang semakin renyah. Begitu pula pada biji yang pecah, biji yang pecah memiliki tingkat kerenyahan yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan biji campuran dan utuh. Perbedaan tersebut membuktikan bahwa rata-rata panelis tidak menyukai produk yang kurang renyah maupun yang terlalu garing atau renyah.

Greasy mouthfeel merupakan suatu parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat kekeringan (berminyak atau tidak) suatu produk. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap parameter *greasy mouthfeel*. Rerata skor yang diberikan oleh panelis berkisar antara 3.76 (berminyak) hingga 6.34 (cenderung tidak berminyak), dan skor tertinggi diberikan pada perlakuan volume minyak : bahan 30 : 1 dengan bentuk biji pecah. Pada uji hedonik, rerata nilai yang diberikan oleh panelis berkisar antara 4.33 (netral) hingga 5.14 (agak suka), dan nilai tertinggi diberikan pada perlakuan perbandingan volume minyak : bahan 24 : 1 dengan bentuk biji campuran. Bentuk biji yang pecah dan campuran dinilai memiliki tingkat kekeringan lebih tinggi bila dibandingkan dengan bentuk utuh. Hal tersebut dapat disebabkan karena pada biji utuh, minyak yang terserap kedalam produk tidak mudah dikeluarkan pada saat dilakukan proses penirisan karena tertahan oleh kulit ari yang mengalami pematangan.

Hasil analisis ragam pada parameter aroma, *off flavor*, dan *after taste* menunjukkan bahwa perlakuan yang dilakukan tidak berpengaruh signifikan terhadap ketiga parameter tersebut. Aroma langu pada umumnya selalu terdeteksi pada setiap olahan kedelai, dan sebagian orang tidak menyukai hal tersebut. Namun pada saat dilakukan analisis organoleptik mengenai aroma pada edamame goreng, rerata skor yang diberikan pada panelis adalah 5.46 (netral) hingga 6.02 (cenderung tidak langu). Berdasarkan uji hedonik, rerata nilai yang diberikan panelis adalah 4.52 hingga 4.98 (agak suka). Sedangkan pada parameter *off flavor*

dan *after taste* (pahit atau getir), rerata skor yang diberikan panelis adalah 5.33 (sedang) hingga 6 (cenderung tidak terdeteksi adanya *off flavor*) dan 5.26 hingga 5.8 (netral). Berdasarkan uji hedonik, panelis memberikan nilai berkisar antara 4.3 (netral) hingga 4.94 (agak suka), dan 4.4 (netral) hingga 4.84 (agak suka).

4. Perlakuan Terbaik dan Perbandingannya dengan Kontrol

Perlakuan terbaik secara kimia dan fisik didapatkan oleh perlakuan volume minyak : bahan 30 : 1 dengan bentuk biji yang utuh (V2B1), sedangkan perlakuan terbaik secara organoleptik didapatkan oleh perlakuan volume minyak : bahan 24 : 1 dengan bentuk biji yang pecah (V1B3). Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa produk terbaik berdasarkan karakteristik kimia dan fisik belum tentu disukai oleh konsumen. Rata-rata panelis menyukai produk yang garing, renyah, dan tidak terlalu berminyak. Oleh sebab itu, rata-rata panelis lebih memilih produk V1B3, dimana pada pengolahannya tidak menggunakan volume minyak yang tinggi sehingga penyerapan minyaknya juga tidak terlalu tinggi. Selain itu, rata-rata panelis juga lebih memilih bentuk biji yang pecah daripada yang utuh. Hal itu dimungkinkan karena bentuk yang pecah lebih renyah daripada yang utuh. Perbandingan perlakuan terbaik dengan kontrol dapat dilihat pada Tabel 4 dan 5.

Tabel 4. Perbandingan Karakteristik Kimia dan Fisik Edamame Goreng Perlakuan Terbaik dengan Kontrol

Parameter	Edamame Goreng		Notasi
	Perlakuan Terbaik	Kontrol	
Kadar air (%bb)	9.90±0.17	7.67±0.15	**
Kadar lemak (%bk)	37.35±0.99	33.17±1.93	*
Kadar protein (%bk)	31.48±0.66	32.62±0.60	tn
Kadar abu (%bk)	2,38±0,30	3.12±0.34	tn
Kadar karbohidrat (%bk)	28.79±0.6	31.09±1.20	tn
Peningkatan bilangan peroksida (Mek/O ₂)	0.10±0.010	-	-
Daya serap minyak (L)	0.05±0.01	-	-
Rendemen (%)	40.89±1.54	-	-
Daya patah (g)	653.07±49.93	429.90	**
Warna L	51.58±1.73	49.9±4.42	tn
Warna a*	-9.37±0.79	-5.9±0.66	tn
Warna b*	22.17±1.32	21.03±2.83	tn

Keterangan: tn) tidak nyata; *) berbeda nyata; **) berbeda sangat nyata

Tabel 5. Perbandingan Karakteristik Organoleptik Edamame Goreng Perlakuan Terbaik dengan Kontrol

Parameter	Edamame Goreng		Notasi
	Perlakuan Terbaik	Kontrol	
Uji skor:			
- Kenampakan	6.02	4.94	**
- Warna	6.66	3.92	**
- Aroma	5.54	5.26	tn
- Rasa	5.96	6.38	tn
- <i>Off flavor</i>	5.80	5.42	tn
- Kerenyahan	6.54	5.84	tn
- Tingkat ketirisan	6.18	5.98	tn
- <i>After taste</i>	5.46	5.60	tn
Uji hedonik:			
- Kenampakan	5.64	3.62	**
- Warna	5.66	3.38	**

- Aroma	4.98	4.26	**
- Rasa	5.40	5.10	tn
- Off flavor	4.76	4.56	tn
- Kerenyahan	5.64	5.08	*
- Tingkat ketirisan	4.90	5.00	tn
- After taste	4.58	4.64	tn

Keterangan: tn) tidak nyata; *) berbeda nyata; **) berbeda sangat nyata

SIMPULAN

Perlakuan volume minyak dan bentuk biji edamame berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap kadar air, lemak, protein, abu, karbohidrat, bilangan peroksida, daya serap minyak, rendemen, dan daya patah. Selain itu, perlakuan bentuk biji edamame goreng juga berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap warna kecerahan (L), tingkat kemerahan (a^*), dan tingkat kekuningan (b^*). Secara organoleptik, kedua perlakuan yang dilakukan berpengaruh sangat nyata ($\alpha=0.01$) terhadap parameter warna, rasa, kerenyahan, dan *greasy mouthfeel*, sedangkan pada parameter kenampakan berpengaruh nyata ($\alpha=0.05$). Terjadi interaksi sangat nyata ($\alpha=0.01$) antar kedua perlakuan pada peningkatan bilangan peroksida.

Perlakuan terbaik secara kimia dan fisik didapatkan oleh perlakuan volume minyak : bahan 30:1 dengan bentuk biji yang utuh dengan karakteristik, kadar air (9.90%bb), lemak (37.35%bk), protein (31.48 %bk), abu (2.38 %bk), karbohidrat (28.79 %bk), peningkatan bilangan peroksida (0.10 Mek O₂/kg), daya serap minyak (0.05 L), rendemen (40.89%), daya patah (653.07 g), nilai L (51.58), nilai a^* (-9.37), dan warna b^* (22.17). Sedangkan perlakuan terbaik secara organoleptik didapatkan oleh perlakuan volume minyak : bahan 24:1 dengan bentuk biji yang pecah.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmaraningtyas, D. 2014. Kekerasan, Warna dan daya Terima Biskuit yang Disubstitusi Tepung Labu Kuning. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Association of Analytical Communities. 1990. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. Inc. USA.
- Brookfield Engineering Laboratories, Inc. *Texture Analyzer*. Manual No. M08-372-E0315. <http://www.brookfieldengineering.com>
- Fan, L., M. Zhang, G. Xiao, J. Sun, dan Q. Tao. 2005. *The Optimization of Vacuum Frying to Dehydrate Carrot Chips*. *Food Science and Technology* 40: 911-919
- Hustiany, R. 2005. Karakteristik Produk Olahan Kerupuk dan Surami dari Daging Ikan Patin (*Pangasius sutchi*) Hasil Budidaya sebagai Sumber Protein Hewani. *Media Gizi dan Keluarga* 29(2): 66-74
- Jamaluddin, B. Rhardjo, P. Hastuti, dan Rochmadi. 2012. Model Perpindahan Panas dan Massa Selama Penggorengan Buah pada Keadaan Vakum. *Agritech* 32(1)
- Lestari, L.A., F.Z. Nisa', dan Sudarmanto. 2013. Analisis Zat Gizi. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta
- Liu, K. 1997. *Soybeans: Chemistry, Technology, and Utilization*. Springer-Science+Business Media, B.V.Dordrecht
- Manurung, O. 2011. Pengaruh Suhhu dan Waktu Penggorengan Vakum terhadap Mutu Keripik Ikan Lemuru (*Sardinella longiceps*). Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Moreira, R.G. 2014. *Vacuum Frying vs. Conventional Frying – An Overview*. *European Journal of Lipid Science and Technology*
- Nurani, D., H. Irianto, dan H. Hapsari. 2013. Kajian Tingkatan Penyerapan Minyak Goreng oleh tepung Penyalut Kacang Keriting. Institut Teknologi Indonesia. Tangerang Selatan
- Palupi T.H., Zainul A., dan M. Nugroho. 2011. Pengaruh Pre Gelatinisasi Terhadap Karakteristik Tepung Singkong. *Teknologi Pangan* 1(1)

- Paramitha, A.R.A. 2012. Studi Kualitas Minyak Makanan Gorengan pada Penggunaan Minyak Goreng. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar
- Putro J.S., I.W. Budiastra dan U. Ahmad. 2012. Optimasi Proses Penggorengan Vakum dan Penyimpanan Keripik Ikan Pepetek (*Leiognathus sp.*). Keteknikan Pertanian 26(1)
- Ratnasari dan Y. Nirma. 2014. Pengaruh Suhu dan Lama Perendaman Terhadap Laju Pengerinan Kacang Hijau pada Kinerja Alat *Rotary Dryer*. Thesis. Universitas Diponegoro. Semarang
- Richana, N. Dan P. Lestina. 2003. Produksi Xilanase untuk Biokonversi Limbah Biji Kedelai. Balai Penelitian Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian
- Santoso, S. 2005. Menggunakan SPSS untuk Statistik Parametrik. PT Elex Media Komputindo Kelompok Gramedia. Jakarta
- Sciarappa, W.J., L.K. Hunsberger, D. Shen, Q. Wu, J. Simon dan B. Hulme. 2007. *Evaluation of Edamame Cultivars in New Jersey and Maryland*. ASHS Press. Alexandria, VA
- Setiawan, G. 2016. Pengaruh Proporsi Pati Umbi Garut (*Maranta arundinacea L.*) dan Tepung Labu Kuning (*Cucurbita moschata*) Serta Penambahan Agar terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik Bubur Instan. Skripsi. Universitas Brawijaya. Malang
- Setyawan, N., dan Widaningrum. 2013. Pengaruh Suhu Penggorengan Vakum dan Cara Pembumbuhan Terhadap Karakteristik Keripik Wortel. Pascapanen 10(2): 106-115
- Shyu, S.L., L.B. Hau, dan L.S. Hwang. 2005. *Effects of Processing Conditions on the Quality of Vacuum-Fried Carrot Chips*. *Science of food and Agriculture* 85:1903-1908
- Standar Nasional Indonesia. 1992. Cara Uji Makanan dan Minuman. SNI 01-2891-1992. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Standar Nasional Indonesia. 2006. Petunjuk Pengujian Organoleptik dan atau Sensori. SNI 01-2346-2006. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta
- Sudarmadji S., B. Haryono, dan Suhardi. 1997. Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta
- Sundari, D., Almasyhuri, dan A. Lamid. 2015. Pengaruh Proses Pemasakan Terhadap Komposisi Zat Gizi Bahan Pangan Sumber Protein. Media Litbangkes 25(4): 235-242
- Susanto, N.E. 2011. Pengaruh Tekanan Udara Terhadap Laju Perubahan Massa pada Proses Pengerinan dengan Metode Temperatur Rendah (*Low Temperature Drying*). Skripsi. Universitas Negeri Semarang
- Tjahjadi, C., Sofiah, B.D., Onggo, T.M., Anas, dan Pratiwi, D. 2011. Pengaruh Imbangan Tepung Sorgum Genotipe 1.1 yang Diperoleh dari Lamanya Penyosohan dan Tepung Terigu Terhadap Karakteristik Inderawi Stik Bawang. Bionatura-Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati dan Fisik 13(2):177-187
- United States Department of Agriculture. 2016. *National Nutrient Database for Standard Reference: Basic Report 11212, Edamame, Frozen, Prepared*. Diakses pada 19 November 2016 <https://ndb.nal.usda.gov>
- Yuwono, S.S. dan Susanto, T. 1998. Pengujian Fisik Pangan. Malang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya.
- Zahra, S.L., B. Dwiloka, dan S. Mulyani. 2013. Pengaruh Penggunaan Minyak Goreng Berulang Terhadap Perubahan Nilai Gizi dan Mutu Hedonik pada Ayam Goreng. *Animal Agricultusre* 2(1):253-260