

# PERUBAHAN SIFAT KIMIA TEMPE KEDELAI HITAM DENGAN VARIASI PENAMBAHAN KECAMBAH DAN LAMA INKUBASI

## CHEMICAL CHARACTERISTICS MODIFICATION OF BLACK SOYBEANS TEMPE WITH THE VARIATION OF SPROUTS AND INCUBATION

Iis Istiqomah, Nurrahman, Nurhidajah

Program Studi S1 Teknologi Pangan  
Universitas Muhammadiyah Semarang  
Email: iis\_mabar@yahoo.co.id

### Abstrak

Penyakit degeneratif merupakan penyakit kronik yang terjadi akibat penurunan fungsi sel tubuh yang dapat dicegah dengan cara mengkonsumsi makanan-makanan yang mengandung antioksidan yang tinggi, salah satunya yaitu tempe. Keunggulan produk tempe ini yaitu mengandung vitamin E dan senyawa antioksidan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kecambah kedelai hitam dan lama inkubasi terhadap kadar serat, vitamin E dan aktivitas antioksidan tempe kedelai hitam. Metode penelitian berjenis eksperimen menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial. Tahapan yang dilakukan yaitu pembuatan kecambah kedelai hitam dengan waktu pengecambahan 18 jam, pembuatan tempe dengan perlakuan penambahan kecambah kedelai hitam (0, 10, 20, 30 dan 40 persen) dan waktu inkubasi tempe (30, 36 dan 42 jam) kemudian dilakukan pengujian sifat kimia (kadar serat kasar, vitamin E dan aktivitas antioksidan). Hasil menunjukkan interaksi antara penambahan kecambah kedelai hitam dan waktu inkubasi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar vitamin E, aktivitas antioksidan pada tempe tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar serat kasar. Perlakuan terbaik terdapat pada penambahan 30 persen kecambah kedelai hitam dengan waktu inkubasi 36 jam.

**Kata kunci:** Kedelai hitam, kecambah kedelai, tempe, aktivitas antioksidan dan vitamin E.

### Abstract

*Degenerative disease is a chronic disease that caused by the decrease of body cells function that can be prevented by the way of consume tempe which is the food that contain high antioxidants. The superiority of tempe is contain of vitamin E and antioxidant compounds. This research aims to know the influence of black soybean sprouts and incubation toward the level of fiber, Vitamin E and antioxidant activities of black soybeans tempe. The methods of Complete Randomized Design (RAL) Factorial which used in the research. The stages done black soybean sprouts in germination time during 18 hours, making of tempe was added of black soybean sprouts (0, 10, 20, 30 and 40 percent) and incubation time of tempe making (30, 36 and 42 hours) which used in the research. The test conducted was chemical characterictic (coarse fiber levels, vitamin E and antioxidant activity). The result shows the interaction between the addition of black soybean sprouts and incubation time were given a very real influence toward the levels of vitamin E and antioxidant activities in tempe, but had no the real effect on levels of rough fiber. The best treatment was added 30 percent of black soybean sprouts in incubation time during 36 hours.*

**Keywords:** black soybeans, soybeans sprouts, tempe, antioxidant activities and vitamin E.

## PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif merupakan penyakit kronik yang terjadi akibat penurunan fungsi sel tubuh. Hal ini mempengaruhi kualitas hidup serta produktivitas seseorang. Penyakit-penyakit degeneratif tersebut antara lain penyakit kardiovaskuler termasuk hipertensi, obesitas, diabetes mellitus dan kanker (Brunner dan Suddarth, 2002). Penyakit degeneratif dapat dicegah dengan cara mengonsumsi makanan-makanan yang mengandung antioksidan yang tinggi, salah satunya yaitu tempe.

Tempe merupakan makanan tradisional Indonesia dengan ciri khas produk warna putih, tekstur kompak dan flavor khas campuran aroma jamur dan kedelai (Nurrahman *et al.*, 2012). Harga tempe yang relatif murah, sifat fungsionalnya yang baik, dan kandungan proteinnya yang tinggi, membuat tempe semakin digemari oleh berbagai lapisan masyarakat di Indonesia untuk dijadikan berbagai masakan nusantara yang menggugah selera. Angka konsumsi tempe dalam negeri pada tahun 2016 sudah mencapai 6,432 kg/kapita/tahun. Angka ini lebih tinggi dibandingkan tahun 2015, yaitu 6,384 kg/kapita/tahun (BPS, 2016).

Pada umumnya tempe dibuat dengan bahan baku kedelai kuning namun pada penelitian ini bahan baku yang digunakan berupa kedelai hitam dan kecambah kedelai hitam. Kedelai hitam yang dibuat tempe memiliki potensi sifat fungsional. Hal ini dikarenakan kedelai hitam mempunyai kandungan fenolik, tanin, antosianin dan isoflavon serta aktivitas antioksidan lebih tinggi dibanding kedelai kuning (Xu dan Chang, 2007). Selain itu, biji kedelai hitam yang dikecambahkan mengalami peningkatan nilai gizi. Hal ini dibuktikan dari penelitian Aminah dan Hersoelistyorini (2012) menyatakan nilai dan kandungan gizi kacang-kacangan akan mengalami peningkatan setelah melalui proses pengecambahan.

Keunggulan proses pengecambahan yaitu dapat menurunkan kadar lemak dan meningkatkan jumlah vitamin. Salah satu vitamin yang mengalami peningkatan yaitu vitamin E (Shi, 2010) yang menjadi bagian kategori dari senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan

merupakan senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron kepada radikal bebas, sehingga radikal bebas dapat diredam (Suhartono, 2002).

Fermentasi adalah proses perubahan suatu senyawa menjadi senyawa yang lain dengan bantuan jamur *Rhizopus sp* seperti *R. oligosporus*, *R. stolonifer* dan *R. oryzae* (Nurrahman *et al.*, 2012). Lama fermentasi tempe menentukan seberapa besarnya kapang mampu memecah senyawa makro molekuler menjadi molekuler sehingga dapat meningkatkan nilai gizi pada tempe segar. Peningkatan gizi yang terjadi akibat aktifitas kapang *Rhizopus sp* yaitu mampu mengubah protein sederhana yang mudah dicerna dan meningkatkan serat kasar.

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penulis mencoba membuat alternatif produk berupa tempe kedelai hitam dengan penambahan kecambah kedelai hitam. Diharapkan produk ini mampu menjadi terobosan baru untuk menekan terjadinya penyakit degeneratif. Tempe kedelai hitam dengan penambahan kecambah kedelai hitam tentunya akan berpengaruh terhadap proses pembuatan dan komposisi tempe kedelai hitam. Komposisi nilai gizi dalam bahan baku pembuatan tempe kedelai hitam akan mengubah kemampuan kapang untuk beraktivitas dalam keberhasilan fermentasi maka dari itu waktu inkubasi dalam pembuatan tempe kedelai hitam menjadi faktor keberhasilan yang perlu dikaji dalam penelitian ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan kecambah kedelai hitam dan lama inkubasi terhadap kadar serat, vitamin E dan aktivitas antioksidan tempe kedelai hitam.

## **METODE**

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kedelai hitam varietas Detam-1 diperoleh dari UPBS BALITKABI, ragi tempe merk Raprima, tisu, larutan *Natrium Clorida* 2 % (elisitor), kertas saring, *n-Heksana*, larutan  $H_2SO_4$  0,2 N, *aquades*, larutan NaOH 0,3 N,

larutan  $K_2SO_4$  10%, alkohol 95%, DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), methanol, etanol dan vitamin E (*α-tokoferol*).

Alat-alat yang digunakan yaitu nampan plastik, baskom, tampah, ayakan 80 mesh, alat soxhlet, labu alas bulat 250 ml, oven, erlemeyer 500 ml, tabung sentrifius, vortex, spektrofotometer UV-VIS merk Genesys 20, spektrofotometer UV-VIS merk Amtast, timbangan digital, labu ukur 100 mL dan piring kecil.

### **Prosedur Penelitian**

Penelitian ini dilakukan beberapa langkah yaitu: 1) pembuatan kecambah kedelai hitam (Aminah dan Hersoelistyorini, 2012), 2) pembuatan tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam (Nurrahman *et al.*, 2012), 3) pengujian tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam pada sifat kimia berupa kadar serat, vitamin E dan aktivitas antioksidan.

### **Analisis Sifat Kimia**

#### **a. Analisis Kadar Serat (Sudarmadji *et al.*, 2007)**

Ditimbang 4 gram bahan kering, dimasukkan ke dalam *thimble* kemudian dimasukkan ke dalam alat soxhlet. Ekstraksi dilakukan lebih kurang selama 4 jam, sampai pelarut yang turun kembali ke dalam labu alas bulat berwarna jernih. Dipindahkan ke dalam erlenmeyer 500 ml, ditambahkan 200 ml larutan  $H_2SO_4$  0,2 N dihubungkan dengan pendingin balik, dididihkan selama 30 menit. Disaring dan dicuci residu dalam kertas saring dengan akuades panas (suhu 80-90°C) sampai air cucian tidak bersifat asam lagi (diperiksa dengan indikator universal). Dipindahkan residu ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan NaOH 0,3 N sebanyak 200 ml. Dihubungkan dengan pendingin balik, dididihkan selama 30 menit. Disaring dengan kertas saring kering yang diketahui beratnya, residu dicuci dengan 25 ml larutan  $K_2SO_4$  10%. Dicuci lagi residu dengan 15 ml akuades panas (suhu 80-90°C), kemudian dengan 15 ml alkohol 95%.



Dikeringkan kertas saring dengan isinya dalam oven pada suhu 105°C, didinginkan dalam desikator dan ditimbang sampai berat konstan.

b. Analisis Antioksidan metode DPPH (Xu dan Chang, 2007)

Sebanyak 0,5 gram sampel ke dalam tabung sentrifius, kemudian tambahkan methanol sebanyak 10 ml lalu dikocok dengan vortek selama 10 menit. Supernatant yang diperoleh dipindahkan ke dalam tabung baru dan residu diekstrak lagi menggunakan 5 ml methanol. Kedua ekstrak dicampur dan diencerkan 2,5 kalinya menggunakan methanol dan disimpan pada suhu 4°C dalam keadaan gelap. Sebanyak 0,2 ml ekstrak ditambahkan dengan 3,9 ml larutan DPPH 0,16 mM kemudian dikocok dengan vortex selama 1 menit. Radikal bebas ditunjukkan dengan berubahnya warna larutan ungu menjadi kuning. Selanjutnya diinkubasi selama 30 menit kemudian pada menit ke 25. Absorbansi dibaca menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS.

c. Analisis Penetapan Kadar Vitamin E Metode Spektrofotometri UV-Vis (Andalulaa *et al.*, 2017)

Pengujian vitamin E yang dilakukan melalui lima tahapan : 1) Pembuatan larutan induk standar vitamin E konsentrasi 100 ppm 2) Ditimbang sebanyak 0,01 g vitamin E murni, kemudian dilarutkan dengan heksan lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan heksan hingga tanda batas 3) Pembuatan seri larutan standar dengan mengencerkan larutan standar induk 100 ppm dengan heksan pada masing-masing larutan ukur 25 ml dengan konsentrasi 12,5; 17,5; 25 dan 50 ppm 4) Penentuan panjang gelombang maksimum kemudian dibuat kurva baku, dimana absorban sebagai ordinat dan konsentrasi sebagai absis. Dari kurva baku ini diperoleh persamaan linier  $y = ax + b$  5) Penentuan konsentrasi sampel dengan melakukan pengukuran absorbansi terhadap ekstrak vitamin E hasil ekstraksi. Nilai absorbansi yang diperoleh akan digunakan untuk

menghitung konsentrasi vitamin E dengan menggunakan kurva kalibrasi standar dengan persamaan garis:  $y = bx + a$ .

### Rancangan Percobaan

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial, yaitu dengan 2 faktor dan 10 perlakuan. Variabel dependen meliputi kadar serat, vitamin E dan aktivitas antioksidan. Sedangkan variabel independen adalah penambahan kecambah kedelai hitam (0, 10, 20, 30 dan 40 persen) dan waktu inkubasi pembuatan tempe (30, 36 dan 42 jam) dengan masing-masing percobaan dilakukan ulangan sebanyak 2 kali.

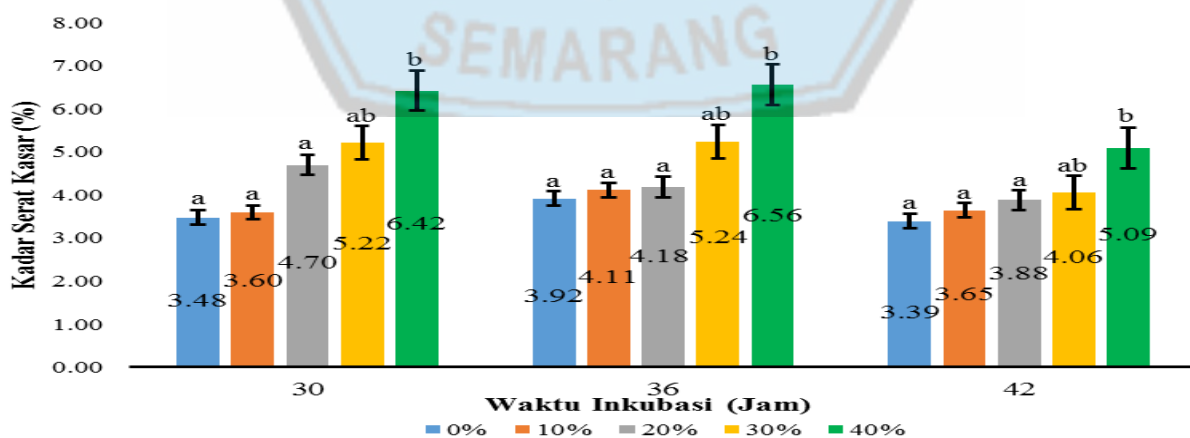
### Analisis Data

Data hasil pengukuran sifat kimia (kadar serat, antioksidan, kadar vitamin E) yang diperoleh dikalkulasi dan dianalisis statistik Two Way Anova, jika ada pengaruh dimana p-value  $< 0,05$  maka dilanjutkan uji Duncan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kadar Serat Kasar

Berikut ini hasil uji kadar serat kasar tempe dengan variasi penambahan kecambah kedelai hitam dan waktu inkubasi tempe dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Rerata uji kadar serat kasar tempe dengan penambahan kecambah kedelai Hitam  
Keterangan : Superskrip yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), nilai terendah dimulai dari superskrip a, b kemudian c

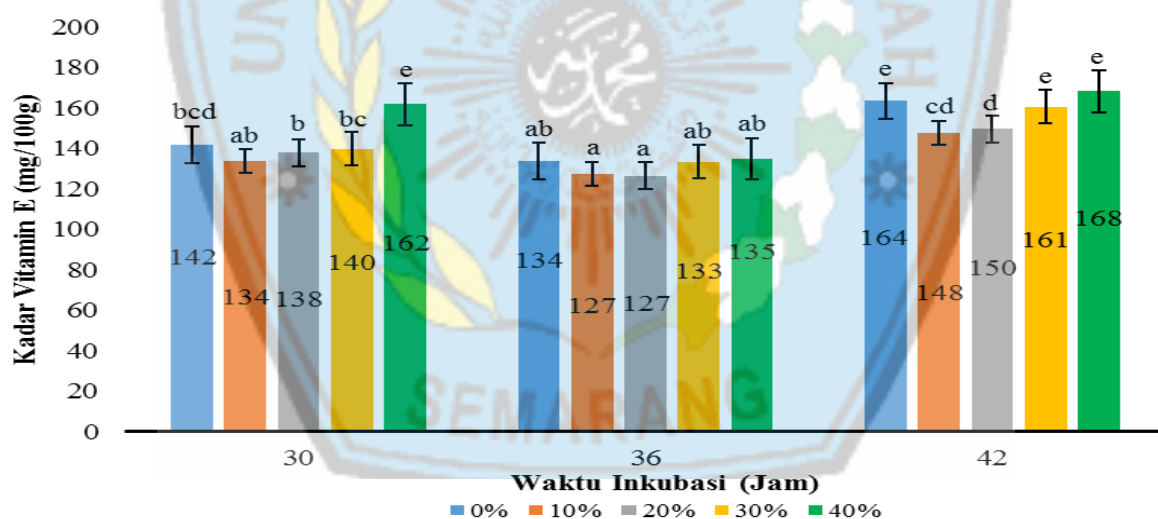
Nilai rata-rata kadar serat kasar pada tempe yaitu berkisar 3,39 – 6,56 %. Sedangkan hasil uji Anova (*Analysis of Variance*) faktorial pada taraf signifikansi 5% menunjukkan perlakuan variasi penambahan kecambah kedelai hitam berpengaruh nyata terhadap serat kasar pada tempe dengan nilai *p value* 0,014 ( $p < 0,05$ ) sedangkan perlakuan waktu inkubasi tempe dan interaksi antara variasi penambahan kecambah kedelai hitam dan waktu inkubasi tempe tidak berpengaruh nyata terhadap serat kasar tempe dengan nilai *p* waktu inkubasi sebesar 0,279 ( $p > 0,05$ ) dan nilai *p* interaksi sebesar 0,984 ( $p > 0,05$ ). Hal ini selaras dengan penelitian Stephen *et al.* (1997) yang menyatakan bahwa selulosa bersifat inert dan tidak dapat terfermentasi selama proses fermentasi tempe karena *Rhizopus sp* tidak memproduksi enzim selulase. Uji beda menggunakan metode Duncan dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam sebanyak 40% memiliki kadar serat kasar tertinggi.

Semakin banyak penambahan kecambah kedelai hitam maka semakin tinggi kadar serat kasar tempe. Hal ini diakibatkan adanya proses pengecambahan yang terjadi. Menurut Purnobasuki (2011) menyatakan bahwa proses pengecambahan terjadi metabolisme biji hingga dapat menghasilkan pertumbuhan dari komponen kecambah kedelai hitam berupa plumula dan radikula. Peningkatan kandungan serat pada kecambah dipengaruhi oleh sintesis struktural karbohidrat seperti selulosa dan hemiselulosa yang merupakan komponen terbesar pembentuk dinding sel pada kecambah (Syed, 2011). Faktor lain penyumbang kadar serat kasar menjadi tinggi yaitu miselia pada permukaan biji kedelai yang membentuk massa tempe yang lebih kompak. Peningkatan jumlah miselia yang dibentuk pada tempe terjadi oleh *Rhizopus sp* selama proses fermentasi tempe terjadi. Miselia tersusun dari hifa yang mengandung protoplasma dan dilapisi dinding sel. Komponen dinding sel hifa berupa selulosa dan kitin (Dwidjoseputro, 1978). Selulosa inilah yang menjadi salah satu komponen penyusun

serat kasar, oleh karena itu semakin banyak miselia yang terbentuk dari hifa maka semakin banyak pula jumlah selulosa sehingga semakin tinggi kadar serat kasarnya. Hal ini selaras dengan penelitian Sutomo (2008) yang menyatakan serat kasar yang terkandung pada tempe kedelai (7,2g/100g) lebih tinggi jika dibandingkan dengan kedelai (3,7g/100g). Produk tempe yang dengan kadar serat yang tinggi ini memiliki manfaat untuk menghindari terjadinya susah buang air besar (konstipasi), mengencerkan zat-zat beracun dalam kolon dan mengabsorpsi zat karsinogenik dalam pencernaan yang kemudian akan terbuang dari dalam tubuh bersama feses (Silalahi, 2006) karena peran inilah serat kasar mampu mencegah berbagai penyakit degeneratif.

### Vitamin E

Berikut ini hasil uji kadar vitamin E pada tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Rerata uji kadar vitamin E tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam  
Keterangan : Superskrip yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), nilai terendah dimulai dari superskrip a, b, c kemudian d

Hasil uji Anova (*Analysis of Variance*) faktorial pada taraf signifikansi 5% menunjukkan perlakuan penambahan kecambah kedelai hitam, waktu inkubasi serta interaksi antara penambahan kecambah kedelai hitam dan waktu inkubasi berpengaruh sangat nyata terhadap kadar vitamin E pada tempe. Hal ini ditunjukkan dengan nilai p penambahan



kecambah kedelai hitam sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ), nilai  $p$  waktu inkubasi sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ), serta nilai  $p$  interaksi penambahan kecambah kedelai hitam dan waktu inkubasi sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ). Uji beda menggunakan metode Duncan dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan tempe dengan waktu inkubasi 42 jam dengan penambahan 40% kecambah kedelai hitam menghasilkan tempe dengan kadar vitamin E tertinggi (168 mg/100g). Secara statistika berbeda dengan semua perlakuan.

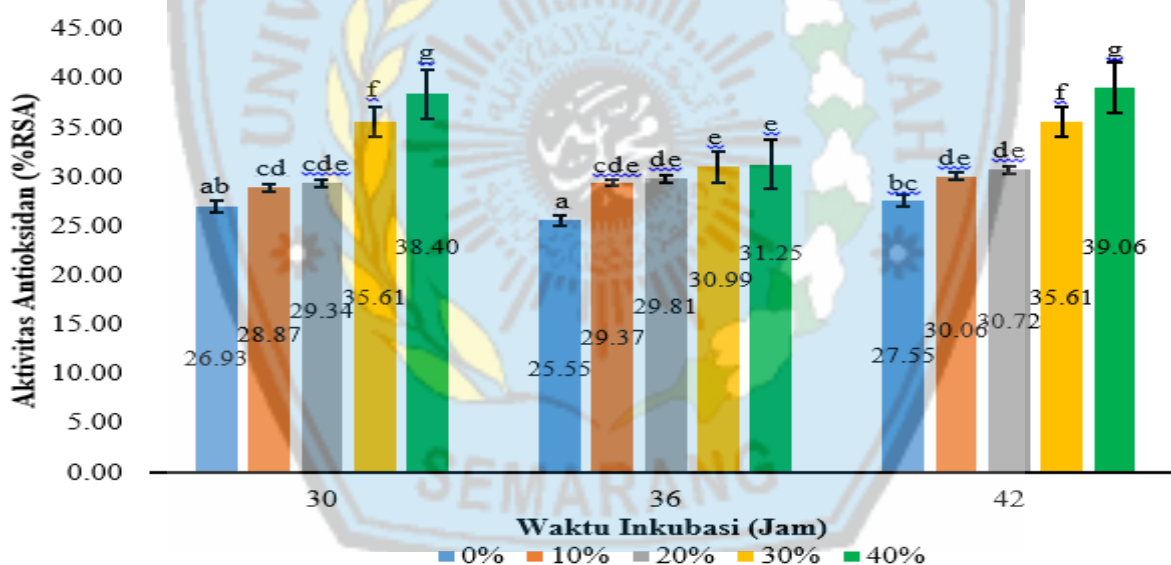
Faktor peningkatan vitamin E disebabkan proses penecambahan yaitu dapat meningkatkan jumlah vitamin. Salah satu vitamin yang mengalami peningkatan pada proses penecambahan yaitu vitamin E selain itu adanya aktivitas inokulum yang digunakan pada proses fermentasi. Inokulum yang digunakan berupa campuran dari beberapa *Rhizopus* seperti *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus stolonifer* dan *Rhizopus arrizus*. Kapang yang tumbuh pada kedelai atau bahan dasar lainnya dapat menghidrolisis senyawa-senyawa kompleks yang ada dalam kacang kedelai atau bahan lainnya seperti : karbohidrat, lemak dan protein menjadi senyawa sederhana berupa glukosa, asam lemak dan asam alfa amino yang mana senyawa ini mudah dicerna oleh tubuh manusia (Alrasyid, 2007). Kapang *Rhizopus* yang ada memiliki kemampuan mendegradasi atau hidrolisis komponen makromolekul seperti karbohidrat, lemak dan protein yang ada dalam kacang hijau, menjadi senyawa-senyawa kecil atau monomernya menghasilkan metabolit sekunder melalui proses metabolisme aerob, akibatnya pada tempe kacang hijau akan dihasilkan vitamin E atau alfa tokoferol (Maryam, 2015). Vitamin E pada tempe inilah yang merupakan senyawa organik yang dapat bertindak sebagai antioksidan oleh karena itu semakin lama waktu inkubasi dan penambahan kecambah kedelai hitam maka semakin tinggi kadar vitamin E pada tempe.

### **Aktivitas Antioksidan**

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkal proses oksidasi. Menurut Winarti (2010) mengatakan antioksidan bekerja dengan cara mendonorkan satu elektronnya kepada

senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat dihambat. Pada makanan antioksidan dapat berperan dalam pencegahan berbagai penyakit degeneratif.

Senyawa antioksidan yang terkandung dalam tempe berupa isoflavon, superoksida dismutase (Astuti, 2000), tokoferol (Kasmidjo, 1990), 6,7,4' trihidroksi isoflavon (Pawiroharsono, 1995) dan lain-lain. Senyawa tersebut telah terkandung dalam kedelai maupun ketika proses pembuatan tempe. Akumulasi komponen aktif dalam tempe tersebut yang akhirnya terdeteksi sebagai antioksidan dan diuji aktivitas antioksidannya. Pada penelitian ini terdapat proses perkecambahan kedelai hitam sebelum dibuat tempe. Menurut Winarsi (2010) menyatakan proses pengecambahan kacang-kacangan memberikan nilai tambah kandungan antioksidan yang tinggi. Berikut ini hasil uji aktivitas antioksidan dengan metode DPPH dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Rerata uji aktivitas antioksidan tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam

Keterangan : Superskrip yang berbeda menunjukkan hasil yang berbeda nyata ( $P < 0,05$ ), nilai terendah dimulai dari superskrip a, b, c kemudian d

Hasil uji Anova (*Analysis of Variance*) faktorial pada taraf signifikansi 5% menunjukkan perlakuan penambahan kecambah kedelai hitam, waktu inkubasi dan interaksi antara penambahan kecambah kedelai hitam dan waktu inkubasi berpengaruh sangat nyata

terhadap kadar aktivitas antioksidan pada tempe. Hal ini ditunjukkan dengan nilai p penambahan kecambah kedelai hitam sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ), nilai p waktu inkubasi sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ) dan nilai p interaksi penambahan kecambah kedelai hitam dan waktu inkubasi sebesar 0,000 ( $p < 0,05$ ). Uji beda menggunakan metode Duncan dengan taraf kepercayaan 95% menunjukkan tempe dengan waktu inkubasi 42 jam dengan penambahan 40% kecambah kedelai hitam menghasilkan tempe dengan kadar aktivitas antioksidan terbaik (39,06%). Secara statistika berbeda dengan semua perlakuan.

Faktor pendukung peningkatan aktivitas antioksidan yaitu adanya senyawa fenolik yang diproduksi oleh kacang-kacangan yang terelisisasi pada proses pengecambahan kedelai hitam, sehingga didapatkan kecambah kacang yang mengandung antioksidan fenol (Andarwulan dan Purwiyatno, 2001). Senyawa lain yang ikut menyumbang senyawa antioksidan berupa asam-asam amino, vitamin E, antosianin dan isoflavon (Nurrahman, 2015). Semakin tinggi kadar vitamin E pada tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam maka semakin tinggi pula kandungan aktivitas antioksidannya dalam produk tempe tersebut. Aktivitas antioksidan secara alami terkandung dalam kedelai hitam namun, selama proses fermentasi pada pembuatan tempe antioksidan tersebut mengalami peningkatan kuantitas atau berubah menjadi senyawa turunan yang aktivitas antioksidannya lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas antioksidan kedelai hitam.

Adanya aktivitas antioksidan pada tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam menandakan bahwa tempe tersebut dapat digunakan sebagai pangan fungsional, yaitu suatu pangan yang apabila dikonsumsi, tidak hanya mengenyangkan saja akan tetapi juga dapat bertindak sebagai antioksidan yaitu zat yang dapat menangkap radikal bebas yang tanpa disadari terus menerus terjadi, baik akibat metabolisme secara normal yang terjadi maupun akibat respon terhadap pengaruh luar tubuh seperti polusi lingkungan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa interaksi antara penambahan kecambah kedelai hitam dan waktu inkubasi memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar vitamin E dan aktivitas antioksidan pada tempe tetapi tidak berpengaruh nyata pada kadar serat kasar. Perlakuan terbaik terdapat pada penambahan 30 persen kecambah kedelai hitam dengan waktu inkubasi 36 jam dengan kadar serat kasar (5,24%), vitamin E (133mg/100g) dan aktivitas antioksidan (30,99%). Tempe dengan penambahan kecambah kedelai hitam ini mampu menjadi alternatif pangan fungsional untuk mencegah berbagai penyakit degeneratif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alrasyid H., 2007. *Peranan isoflavon tempe kedelai, fokus pada obesitas dan komorbid.* Majalah kedokteran nusantara, Vol 40 No 3.
- Aminah S., dan Hersoeslistyorini W. 2012. Karakteristik Kimia Tepung Kecambah Serealia dan Kacang-Kacangan dengan variasi blanching. Prosiding. Seminar Hasil-hasil Penelitian UNIMUS, Semarang.
- Andalulaa., A., M., Ruslan, Hardi, dan Juli P.,D. 2017. Studi Perbandingan Analisis Vitamin E Minyak Sawit Merah Tersaponifikasi antara Metode Spektrofotometri Uv-Vis dan KCKT. Kovalen, 3[1]: 50-57.
- Andarwulan, N., dan Purwiyatno H. 2001. Optimasi Produksi Antioksidan pada Proses Perkecambahan Biji-Bijian dan Divesifikasi Produk Pangan Fungsional dari Kecambah yang Dihasilkan. Laporan Penelitian. Bogor, Institut Pertanian Bogor.
- Astuti M. 2000. Superoksida Dismutase dalam Tempe dan Modulasi Tempe. Prosiding Seminar Masa Depan Industri Tempe Menghadapi Milenium Ketiga. Hal 79-88.
- BPS. 2016. Angka Konsumsi Tempe di Indonesia. <https://www.bps.go.id/linkTabelStatis/view/id/950>. Diakses tanggal 16 Oktober 2017.
- Brunner dan Suddarth. 2002. *Buku Ajar Keperawatan Medikal Bedah*, edisi 8 volume 2. EGC, Jakarta.
- Dwidjoseputro, D. 1978. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Djambatan, Jakarta.
- Kasmidjo R., B. 1990. *Tempe: Mikrobiologi dan Biokimia Pengolahan serta Pemanfaatannya*. Universitas Gadjah Mada Press, Yogyakarta.



- Maryam, S. 2015. Potensi Tempe Kacang Hijau (*Vigna radiata L*) Hasil Fermentasi Menggunakan Inokulum Tradisional sebagai Pangan Fungsional. Jurnal Sains dan Teknologi, 4 [2]: 635-641.
- Nurrahman, Astuti, M., Suparmo dan M.H.N.E. Soesatyo. 2012. Peran tempe kedelai hitam dalam meningkatkan aktivitas enzim antioksidan dan daya tahan limfosit terhadap hidrogen peroksida *in vivo*. Proseding. Seminar Hasil-hasil Penelitian UNIMUS, Semarang.
- Nurrahman. 2015. Evaluasi Komposisi Zat Gizi dan Senyawa Antioksidan Kedelai Hitam dan Kedelai Kuning. Jurnal Aplikasi Pangan, 4(3): 89-93.
- Pawiroharsono S. 1995. Metabolisme Isoflavon dan Faktor II (6,7,4' Trihidroksi Isoflavon) pada Proses Pembuatan Tempe. Simposium Nasional Pengembangan Tempe dalam Industri Pangan Modern. Hal 165- 174.
- Purnobasuki, H. 2011. Perkecambahan. [http://skp.unair.ac.id/repository/Guru-Indonesia/Perkecambahan\\_HeryPurnobasuki\\_237.pdf](http://skp.unair.ac.id/repository/Guru-Indonesia/Perkecambahan_HeryPurnobasuki_237.pdf). Diakses pada tanggal 19 Februari 2018.
- Silalahi, J. 2006. *Makanan Fungsional*. Kanisius, Yogyakarta.
- Shi, A., K. 2010. Comprehensive profiling of isoflavones, phytosterols, tocopherols, minerals, crude protein, lipid and sugar during soybean (*Glycine max*) germination. J Agric Food Chem, 58 (8) 4970-4976.
- Syed, A., S. 2011. *Effect of Sprouting time on biochemical and nutritional qualities of Mungbean varieties*. Journal of Agricultural Research, 5092.
- Stephen A., M., Dahl W., J., Johns D., M., Englyst H., N. 1997. Effect of oat hull fiber on human colonic function and serum lipids. Cereal Chem J, 74 (4):379-383.
- Sudarmadji, S., Bambang H., dan Suhardi. 2007. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yoyakarta.
- Suhartono. 2002. Uji Kandungan Vitamin E dan Aktivitas Antioksidan pada Kecambah Kacang Hijau dan Kedelai dengan Umur Berbeda. Skripsi. Jurusan Biologi FSAINSTEK UIN Malang, Malang.
- Sutomo, B. 2008. Cegah Anemia dengan Tempe. <http://foodresearch.com>. Diakses pada tanggal 25 Maret 2018.
- Winarsi, H. 2010. *Protein Kedelai dan Kecambah Manfaat Bagi Kesehatan*. Kanisius, Yogyakarta.
- Winarti, S. 2010. *Makanan Fungsional*. Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Xu, B.J., and Chang S.K.S. 2007. A Comparative study on phenolic profiles and antioxidant of legums as affected by extraction solvents. J. Food Sci., 72(2):159-166.