

Pengaruh Germinasi Kedelai terhadap Komposisi Proksimat dan Komponen Bioaktif Isoflavon Tempe Segar dan Semangit

The Effect of Soybeans Germination on Proximate Composition and Isoflavones Bioactive Components of Fresh and Semangit Tempe

Andriana Puspitasari¹, Made Astawan², dan Tutik Wresdiyati³

¹ Program Studi Ilmu Pangan, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

² Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor

³ Departemen Anatomi, Fisiologi, dan Farmakologis, Fakultas Kedokteran Hewan Institut Pertanian Bogor
e-mail: mastawan@yahoo.com

Diterima: 7 November 2019

Revisi : 22 Januari 2020

Disetujui : 6 April 2020

ABSTRAK

Tempe adalah makanan tradisional asli Indonesia yang terbuat dari kedelai yang difermentasi dengan kapang *Rhizopus* spp. Tempe dibedakan atas lama fermentasinya menjadi tempe segar dan tempe semangit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan komposisi kimia antara tepung tempe segar dari kedelai germinasi (SG) dan non germinasi (SNG) dan tepung tempe semangit yang terbuat dari kedelai germinasi (TG) dan non germinasi (TNG). Tahapan yang dilakukan meliputi proses germinasi kedelai selama 24 jam, pembuatan tempe segar (fermentasi 48 jam), pembuatan tempe semangit (fermentasi 120 jam), serta proses pembuatan tepung tempe segar dan tepung tempe semangit. Analisis yang dilakukan pada semua tepung tempe meliputi rendemen, proksimat, serat kasar, antioksidan dan isoflavon. Proses germinasi kedelai sebagai bahan baku dan penambahan waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap komposisi proksimat komponen gizi, tetapi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar isoflavon dan aktivitas antioksidan tepung tempe segar dan tepung tempe semangit yang dihasilkan. TNG memiliki kadar isoflavon daidzein dan genistein tertinggi, yaitu masing-masing sebesar 432,8 dan 707,8 $\mu\text{g/g}$. TNG memiliki kapasitas antioksidan paling tinggi (nilai IC_{50} sebesar 2109 ppm) yang nyata lebih baik dari SG dan SNG, tetapi tidak berbeda nyata dengan TG.

kata kunci: antioksidan, germinasi, isoflavon, proksimat, tempe

ABSTRACT

Tempeh is a traditional food from Indonesian made from soybeans fermented with Rhizopus spp. Tempeh is divided into the fermentation period to be fresh tempeh and semangit tempeh. Purpose of this study to determine the difference in chemical composition between fresh tempeh flour from germination soybean (SG) and non-germination (SNG) and semangit tempeh flour made from germination soybean (TG) and non-germination (TNG). Stage of the research include soybean germination process for 24 hours, making fresh tempeh (48 hours fermentation), making semangit tempeh (120 hours fermentation), the process of making fresh tempeh flour, and semangit tempeh flour. Analysis carried out on all tempeh flour includes yield, proximate, crude fiber, antioxidants, and isoflavones. The process of germination of soybean as raw material and the addition of fermentation time had no significant effect ($p > 0,05$) on the nutritional component but had a significant effect ($p < 0,05$) on the isoflavone levels and antioxidant activity of fresh tempeh flour and semangit tempeh flour produced. TNG has the highest levels of isoflavone daidzein and genistein, which are 432,8 and 707,8 $\mu\text{g} / \text{g}$, respectively. TNG has the highest antioxidant capacity (IC_{50} value of 2109 ppm), which is significantly better than SG and SNG, but not significantly different from TG.

keywords: antioxidant, germination, isoflavones, proximates, tempe

I. PENDAHULUAN

Tempe merupakan bahan pangan yang bertekstur padat dan berwarna putih dibuat dari kedelai rebus dengan perlakuan fermentasi

oleh kapang *Rhizopus* spp (CAC, 2017). Aktivitas enzim dari *Rhizopus oligosporus* mampu melunakkan kacang dan menyebabkan pertumbuhan miselia yang dapat mengikat massa kacang sehingga membentuk padatan

(Dhaduk, dkk., 2008).

Mikroorganisme lain yang terdapat dalam tempe adalah khamir dan bakteri asam laktat. Jumlah mikroorganisme di dalam tempe bergantung pada tahapan proses, lama fermentasi, dan metode yang digunakan dalam produksi tempe (Efriwati, dkk., 2013). Bakteri asam laktat dan khamir secara bertahap tumbuh hingga 72 jam waktu fermentasi, sedangkan kapang tumbuh dengan waktu fermentasi maksimum 48 jam (Nurdini, dkk., 2015).

Penelitian ini menggunakan tempe segar dan semangit. Tempe segar dibuat dengan lama fermentasi 48 jam pada suhu kamar (28–30°C). Ciri dari tempe segar yaitu berwarna putih, bertekstur kenyal, dan aroma segar khas tempe. Tempe semangit dibuat dengan lama fermentasi 120 jam pada suhu kamar (28–30°C). Ciri tempe semangit yaitu berwarna coklat muda, bertekstur sedikit lunak, dan aroma yang sedikit bau (Gunawan-Puteri, dkk., 2015).

Fermentasi mengubah senyawa kompleks dalam kedelai menjadi senyawa yang lebih sederhana pada tempe. Proses fermentasi menyebabkan protein tempe lebih mudah dicerna dan diserap di dalam tubuh (Astawan, dkk., 2015). Lama fermentasi yang dilakukan juga berpengaruh terhadap kadar protein di dalam tempe. Tempe dengan waktu fermentasi 24 jam memiliki kandungan protein sebesar 49,41 g/100 g yang lebih rendah dibandingkan tempe dengan waktu fermentasi 96 jam sebesar 53,43 g/100 g (Utami, dkk., 2016).

Inovasi lain yang dilakukan pada penelitian ini adalah penggunaan kedelai germinasi sebagai bahan baku pembuatan tempe segar dan semangit. Proses germinasi akan menyebabkan terjadinya degradasi protein dengan berat molekul besar menjadi protein sederhana dengan berat molekul kecil. Tahapan ini dapat membebaskan asam amino yang lebih mudah larut dalam air (Kanetro dan Setyowati, 2013). Lama proses germinasi kedelai akan berpengaruh pada kadar protein produk, di mana protein tertinggi dapat diperoleh pada germinasi selama 40 jam dan terendah pada germinasi selama 64 jam (Pertiwi, dkk., 2013). Terjadinya peningkatan ataupun penurunan protein selama proses germinasi dapat disebabkan

oleh penggunaan nitrogen (N protein) untuk pembentukan struktur baru seiring dengan bertambahnya waktu germinasi.

Perlakuan germinasi dan fermentasi yang dilakukan diharapkan mampu meningkatkan komponen gizi dan bioaktif dalam bahan pangan. Kombinasi antara fermentasi dan germinasi pada tepung terigu mampu meningkatkan protein dan niasin secara signifikan. Proses ini memegang peranan penting dalam memperbaiki nutrisi dalam bahan makanan (Ongol, dkk., 2013).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi proksimat dan komponen bioaktif tepung tempe segar dan tepung tempe semangit yang masing-masing terbuat dari kedelai germinasi dan non-germinasi. Dari penelitian ini dapat diketahui apakah inovasi lama waktu fermentasi dan penggunaan kedelai germinasi sebagai bahan baku akan memberikan dampak positif terhadap komposisi proksimat dan komponen bioaktif.

II. METODOLOGI

2.1. Germinasi Kedelai

Tahapan germinasi dilakukan berdasarkan metode Astawan dan Hazmi, (2016) dengan modifikasi. Tahapan awal berupa penyortiran untuk memisahkan kedelai dengan pengotor, kemudian dilakukan perendaman awal selama 3 jam dan ditiriskan. Kedelai yang sudah ditiriskan dimasukkan ke dalam baskom berlubang dan ditutup dengan menggunakan kain hitam untuk menghindari cahaya. Proses germinasi dilakukan selama 24 jam dengan selang waktu penyiraman 3 jam sekali.

2.2. Pembuatan Tempe Segar

Pembuatan tempe segar dilakukan di Rumah Tempe Indonesia (RTI) berdasarkan metode Astawan, dkk. (2017) yang diawali dengan persiapan bahan baku dan sortasi kedelai. Tahapan berikutnya adalah pencucian pertama untuk menghilangkan pengotor yang masih tersisa, perendaman pertama dilakukan selama 3 jam dengan tujuan untuk meningkatkan kadar air agar mempersingkat waktu perebusan, dan perebusan pertama selama 30 menit. Pada kedelai yang telah direbus kemudian dilakukan perendaman kedua selama 12 jam untuk memberi kesempatan bakteri asam laktat

melakukan proses fermentasi. Kedelai yang telah direndam kemudian dikupas kulitnya dan dilakukan pembelahan dengan menggunakan mesin *dehuller*. Kedelai yang telah terbelah dua kemudian disiram dengan air panas dan ditiriskan. Setelah tiris kedelai, diinokulasi dengan ragi tempe sebanyak 2 g ragi per 1 kg kedelai. Tahapan terakhir dilakukan pengemasan dengan menggunakan plastik dan difermentasi pada suhu ruang (sekitar 28°C selama 48 jam).

2.3. Pembuatan Tempe Semangit

Tempe semangit dibuat dengan cara memperpanjang waktu fermentasi tempe segar. Penambahan waktu fermentasi tempe segar selama 72 jam pada suhu kamar (sekitar 28°C) akan menghasilkan tempe semangit.

2.4. Pembuatan Tepung Tempe

Tahapan pembuatan tepung tempe dilakukan menurut Astawan, dkk. (2016), yaitu pemotongan tempe dengan ketebalan 0,5 cm, pengukusan selama 3 menit, pengeringan dengan *cabinet dryer* suhu 60°C selama 6 jam, dan penepungan dengan menggunakan *discmill*. Tepung yang dihasilkan kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh dan disimpan dengan wadah tertutup di dalam refrigerator.

2.5. Rendemen

Rendemen dihitung dengan membandingkan tepung tempe yang dihasilkan dengan berat tempe semangit yang diolah. Perhitungan rendemen dilakukan sebagai berikut:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat tepung tempe}}{\text{Berat tempe}} \times 100\% \dots\dots(1)$$

2.6. Analisis Kimia

Analisis kimia yang dilakukan meliputi kadar air, abu, lemak, protein, karbohidrat (dihitung dengan metode *by difference*), dan analisis serat kasar. Semua analisis tersebut dilakukan mengacu pada metode AOAC (2012).

2.7. Analisis Isoflavon

Analisis isoflavon dilakukan berdasarkan metode Wang, dkk., (1990) yang dimodifikasi. Sampel sebanyak 2 g ditambahkan 6 mL HCl 1 M dan 24 mL asetonitril dan diaduk selama 30 menit. Sampel kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring. Supernatan yang dihasilkan dipisahkan dan sebanyak 20 µL

supernatan diinjeksikan pada kolom C-18. Fase gerak yang digunakan yaitu metanol dan ammonium asetat 1mM dengan perbandingan yang digunakan 6:4 dengan laju 1mL/menit. Panjang gelombang yang digunakan yaitu 265 nm.

2.8. Analisis Antioksidan

Analisis antioksidan dilakukan berdasarkan metode Aranda, dkk., (2009), dengan tahapan preparasi sampel yang dilanjutkan dengan pengukuran menggunakan *ELISA reader* pada panjang gelombang 517 nm. Penghitungan persentase penghambatan radikal bebas dilakukan sebagai berikut :

$$\text{Penghambatan radikal bebas} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \dots\dots(2)$$

Keterangan :

- A = absorbansi dari kontrol negatif yaitu DPPH ditambah etanol
- B = absorbansi dari sampel

Korelasi antara konsentrasi dan persentase penghambatan di plotkan dan nilai IC₅₀ dihitung dengan menggunakan interpolasi.

2.9. Analisis Data

Data yang dihasilkan ditampilkan sebagai rata-rata ± standar deviasi. Data kemudian dianalisis menggunakan *analysis of variance* (ANOVA) pada taraf signifikansi 95 persen. Jika terdapat perbedaan nyata (p<0,05) maka dilanjutkan dengan uji beda *Duncan Multiple Range Test* (DMRT). Pengolahan menggunakan program SPSS versi 16,0.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rendemen

Nilai rendemen merupakan nilai penting dalam pembuatan suatu produk. Rendemen merupakan nilai perbandingan antara berat produk yang dihasilkan dengan berat bahan baku yang digunakan. Rendemen dihitung untuk mengetahui terjadi penyusutan atau penambahan berat ataupun volume dalam suatu proses pengolahan. Data pada Tabel 1 menunjukkan hasil yang sama (p>0,05) pada rendemen dari keempat jenis tepung yang dihasilkan.

Tabel 1 menunjukkan ada kecenderungan proses germinasi meningkatkan nilai rendemen

Tabel 1. Nilai Rendemen Tepung Tempe

| Jenis Tepung | Nilai Rendemen (%) |
|---|--------------------|
| Tempe segar dari kedelai germinasi (SG) | 39,3±8,8 |
| Tempe segar dari kedelai non germinasi (SNG) | 38,4±7,7 |
| Tempe semangit dari kedelai germinasi (TG) | 36,7±2,5 |
| Tempe semangit dari kedelai non germinasi (TNG) | 30,0±2,6 |

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ($p>0,05$)

pada tepung tempe. Peningkatan nilai rendemen ber kaitan dengan lama waktu germinasi, semakin lama waktu germinasi maka persentase rendemen cenderung meningkat. Proses germinasi kedelai hitam selama 24 jam meningkatkan nilai rendemen sebesar 4,7 persen (Asropah, dkk., 2019). Selama proses germinasi berlangsung terjadi pemecahan molekul kompleks menjadi sederhana. Proses ini menyebabkan ukuran partikel menjadi lebih kecil dan luas permukaan tepung menjadi lebih besar sehingga akan lebih efektif dalam pelepasan air selama proses pengeringan (Astawan, dkk., 2016). Nilai rendemen tepung tempe cenderung mengalami penurunan seiring dengan ditambahkannya waktu fermentasi, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata.

3.2. Analisis Proksimat dan Serat Kasar

Data pada Tabel 2 menunjukkan hasil analisis proksimat serta serat kasar pada tepung tempe. Komposisi kimia antar jenis tepung tempe menunjukkan kecenderungan bahwa kadar abu dan protein TG lebih tinggi dibandingkan SG, SNG, dan TNG.

Kadar air pada tepung tempe dari kedelai yang digerminasi cenderung lebih tinggi dibandingkan yang tidak digerminasi. Tepung SG dan TG menunjukkan persentase kadar air yang lebih tinggi akibat proses germinasi biji kedelai. Tahap awal germinasi dimulai dengan perendaman kedelai, sehingga terjadi penyerapan air. Tahap

penyerapan air menurut Suarni dan Patong, (2007), merupakan tahap yang bertujuan untuk melunakkan biji dan hidrasi protoplasma, sehingga air yang masuk mengakibatkan zat cadangan makanan menjadi aktif. Penambahan waktu fermentasi menyebabkan peningkatan kadar air, baik pada tepung TG ataupun TNG. Peningkatan persentase kadar air juga terjadi pada ekstrak kedelai yang difermentasi (Sirilun, dkk., 2017). Komposisi kimia tempe, seperti pH, kadar air, lemak, abu, dan karbohidrat dipengaruhi oleh tahap persiapan bahan baku dan proses pembuatannya. Proses pembuatan tempe yang dilakukan akan berdampak pada tipe mikroorganisme yang ada dan dinamika pertumbuhannya (Nurdini, dkk., 2014).

Kadar abu yang terkandung dalam suatu bahan berkaitan dengan kadar mineral dalam bahan tersebut, semakin tinggi kadar abu menunjukkan kadar mineral yang tinggi (Astawan dan Hazmi, 2016). Kadar abu pada beragam jenis tempe berkisar antara 2,30–2,72 persen (bk). Peningkatan atau penurunan kadar abu diduga dipengaruhi oleh berbagai proses dalam pembuatan tempe (Astawan, dkk., 2013). Kadar abu pada tepung tempe semangit lebih tinggi dibandingkan tepung tempe segar. Peningkatan kadar abu pada susu kedelai yang difermentasi dibandingkan yang tidak difermentasi disebabkan oleh penurunan komponen kimia lainnya seperti kadar karbohidrat, air, dan lemak (Obadina, dkk., 2013). Waktu fermentasi mempengaruhi

Tabel 2. Komposisi Proksimat dan Serat Kasar Tepung Tempe

| Parameter | Jenis Tepung | | | |
|-------------------------|--------------|----------|----------|----------|
| | SG | SNG | TG | TNG |
| Kadar air (%bb) | 3,2±0,4 | 3,1±1,6 | 4,1±1,3 | 3,9±1,1 |
| Kadar abu (%bk) | 2,2±0,1 | 2,2±0,1 | 2,5±0,7 | 2,4±0,3 |
| Kadar protein (%bk) | 41,2±1,9 | 43,4±1,6 | 45,2±3,2 | 42,6±0,6 |
| Kadar lemak (%bk) | 26,2±0,9 | 27,9±1,2 | 26,6±3,7 | 25,3±2,4 |
| Kadar karbohidrat (%bk) | 26,8±0,1 | 27,4±1,0 | 26,8±3,9 | 30,2±1,7 |
| Kadar serat kasar (%bk) | 3,6±0,8 | 2,5±0,2 | 2,9±1,2 | 2,6±0,9 |

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda ($p>0,05$).

kandungan abu dalam suatu bahan, semakin lama waktu fermentasi maka akan semakin tinggi kadar abunya. Hal ini menunjukkan efektivitas bakteri asam laktat dalam perombakan mineral (Ogodo, dkk., 2017).

Kadar karbohidrat pada SG dan TG cenderung lebih rendah dibandingkan SNG dan TNG. Proses germinasi biji kedelai dapat menyebabkan terjadinya hidrolisis karbohidrat untuk menyediakan energi yang diperlukan pada proses sintesis protein (Shi, dkk., 2016). Hal ini berkaitan dengan kecenderungan meningkatnya kadar protein pada TG. Menurut Sakiroh, dkk. (2018) terdapat dua jalur degradasi pati yaitu melalui amilolisis dan fosforolisis. Proses amilolisis atau hidrolisis menghasilkan glukosa, sedangkan fosforolisis menghasilkan glukosa dan dekstrin.

Penelitian ini menunjukkan tepung tempe segar dari kedelai non-germinasi (SNG) cenderung memiliki kadar protein lebih tinggi dibandingkan tepung tempe segar dari kedelai germinasi (SG). Hasil yang didapatkan ini berbeda dengan tempe semangit. Tepung tempe semangit dari kedelai germinasi (TG) memiliki kadar protein yang lebih tinggi dibandingkan tepung tempe semangit dari kedelai non germinasi (TNG). Germinasi yang dilakukan mampu meningkatkan kadar protein disebabkan peningkatan aktivitas protease (Sharma, dkk., 2015). Peningkatan jumlah protein saat fermentasi juga berkaitan dengan penurunan jumlah zat-zat gizi lainnya yang hilang selama proses berlangsung (Reyes-Bastidas, dkk., 2010).

Penelitian Warle, dkk. (2015) menunjukkan kadar protein dari tepung kedelai non-germinasi lebih rendah dibandingkan tepung kedelai germinasi, yaitu 29,09 persen dan 34,99 persen. Hal ini menunjukkan hasil yang sebaliknya dari perlakuan tempe segar. Perbedaan yang di dapatkan ini diduga dipengaruhi oleh proses

fermentasi yang dilakukan pada penelitian ini. Waktu fermentasi yang dilakukan mempengaruhi komposisi nutrisi dan kemungkinan waktu fermentasi yang dilakukan belum optimum untuk meningkatkan kandungan protein. Akan tetapi dapat meningkatkan komposisi gizi lainnya.

Proses germinasi yang dilakukan menyebabkan terjadinya hidrolisis lemak menjadi komponen yang sederhana. Hal tersebut menyebabkan SNG cenderung memiliki kadar lemak lebih tinggi dibandingkan SG. Semakin lama waktu germinasi akan menurunkan kadar lemak yang lebih banyak (Dewi, dkk., 2018).

Kandungan serat kasar pada tepung tempe dari kedelai yang digerminasi (SG dan TG) cenderung lebih tinggi dibandingkan dari kedelai non-germinasi (SNG dan TNG), walaupun secara statistik tidak berbeda nyata. Proses germinasi pada biji-bijian dapat meningkat total serat kasar (Megat, dkk., 2016). Peningkatan serat kasar saat germinasi disebabkan oleh perubahan polisakarida di dalam dinding sel seperti selulosa, glukosa, dan manosa. Germinasi merupakan salah satu cara yang efektif dalam peningkatan kadar serat dalam biji-bijian (Rumiyati, dkk., 2012).

3.3. Analisis Isoflavon

Isoflavon adalah komponen biologi aktif yang keberadaannya sangat penting pada suatu bahan pangan karena aktivitas antioksidannya yang tinggi. Aktivitas antioksidan memberikan fungsi kesehatan bagi manusia (Bavia, dkk., 2012). Isoflavon mampu mengurangi pembentukan radikal dan *reactive oxygen species* (ROS) melalui dekomposisi hidrogen peroksida (Yoon dan Park, 2014). Salah satu bahan yang kaya akan isoflavon adalah kedelai dan produk olahannya. Tipe isoflavon yang mudah diserap oleh tubuh adalah isoflavon aglikon yang terdiri atas daidzein, genistein, dan glycitein (Kim, dkk., 2014).

Tabel 3. Kadar Isoflavon Tepung Tempe

| Isoflavon | Jenis Tepung | | | |
|-------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | SG | SNG | TG | TNG |
| Daidzein ($\mu\text{g/g}$) | 316,0 \pm 2,4 ^b | 291,6 \pm 3,2 ^a | 365,3 \pm 1,6 ^c | 432,8 \pm 0,2 ^d |
| Genistein ($\mu\text{g/g}$) | 425,2 \pm 2,7 ^b | 367,9 \pm 1,2 ^a | 644,2 \pm 0,1 ^c | 707,8 \pm 2,8 ^d |

Keterangan: Angka-angka baris yang sama dan diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

Tabel 3 menunjukkan bahwa interaksi faktor proses germinasi dan lama fermentasi berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kadar isoflavin daidzein dan genistein tepung tempe. Tepung SG mengandung daidzein dan genistein yang lebih tinggi dibandingkan SNG. Hal ini sesuai dengan penelitian Astawan, dkk. (2016) pada tempe segar (waktu fermentasi 40 jam) yang menunjukkan tepung tempe dari kedelai germinasi mengandung total isoflavin lebih tinggi dibandingkan yang dari kedelai non-germinasi.

Aglikon yang meningkat pada tahap germinasi bisa dikaitkan dengan hidrolisis metabolit yang terjadi (Gusman-Ortiz, dkk., 2017). Hal ini juga diikuti dengan penurunan kandungan β -glukosida (daidzin dan glycitin) dalam radikula yang mengalami germinasi dan peningkatan aktivitas β -glukosidase yang diaktifkan oleh proses perkecambahan (Ribeiro, dkk., 2006).

Pada tempe semangit (waktu fermentasi 120 jam) menunjukkan hasil yang sebaliknya, yaitu TG memiliki kadar isoflavin yang lebih rendah dibandingkan TNG. Pada tempe semangit tampaknya faktor lama proses fermentasi memiliki pengaruh lebih kuat daripada faktor germinasi kedelai. Hal ini menyebabkan kandungan daidzein dan genistein pada TNG lebih tinggi dari TG. Secara keseluruhan dari Tabel 3 terlihat bahwa tepung tempe semangit dari kedelai non-germinasi (TNG) memiliki kadar daidzein dan genistein yang nyata lebih tinggi ($p < 0,05$) dibandingkan tepung tempe lainnya, yang kemudian disusul berturut-turut oleh TG, SG dan SNG.

3.4. Kapasitas Antioksidan

Kapasitas antioksidan tepung tempe segar dan semangit dari kedelai germinasi dan non germinasi dapat dilihat pada Tabel 4. Metode *1,1-diphenyl 2-picrylhydrazyl* (DPPH) merupakan metode yang banyak digunakan dalam pengukuran kapasitas antioksidan. Pengukuran kapasitas antioksidan dengan DPPH dilakukan berdasarkan aktivitas antioksidan dalam penangkapan radikal bebas (Sahu, dkk., 2013).

Nilai IC_{50} merupakan konsentrasi efektif dari suatu bahan yang mampu menangkal radikal

Tabel 4. Kapasitas Antioksidan Tepung Tempe Semangit

| Jenis Tepung | Rata-rata IC_{50} (ppm) |
|--------------|----------------------------------|
| SG | 2559,0 \pm 98,4 ^b |
| SNG | 2450,7 \pm 11,8 ^{ab} |
| TG | 2201,5 \pm 220,8 ^{ab} |
| TNG | 2109,0 \pm 79,9 ^a |

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang diikuti oleh huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata ($p < 0,05$).

dari DPPH sebesar 50 persen. Nilai IC_{50} yang rendah menunjukkan aktivitas penghambatan yang lebih kuat (Aranda, dkk., 2009). Hasil yang didapatkan menunjukkan nilai IC_{50} TNG yang paling rendah dan berbeda nyata ($p < 0,05$) dibandingkan SG dan SNG, tetapi tidak berbeda nyata dengan TG. Secara umum dapat dikatakan tepung tempe semangit (TG dan TNG) memiliki nilai IC_{50} yang nyata lebih rendah dibandingkan tepung tempe segar (SG dan SNG).

Penelitian Astawan, dkk. (2016) pada tempe segar (waktu fermentasi 40 jam) menunjukkan kapasitas antioksidan tepung tempe dari kedelai germinasi lebih tinggi dibandingkan yang dari kedelai non germinasi. Penelitian kali ini pada tempe segar (waktu fermentasi 48 jam) dan semangit (waktu fermentasi 120 jam) menunjukkan hasil yang sebaliknya. Tepung SNG cenderung memiliki kapasitas antioksidan yang lebih baik (nilai IC_{50} lebih kecil) dibandingkan SG begitu pula dengan TNG memiliki nilai IC_{50} yang cenderung lebih kecil dibandingkan TG, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian ini menunjukkan nilai IC_{50} tepung tempe dengan masa fermentasi 120 jam lebih kuat dibandingkan tepung tempe dengan masa fermentasi 48 jam. Lama fermentasi yang dilakukan menurut Suharto, dkk. (2017) berpengaruh terhadap kandungan senyawa fenolik total. Tempe dengan fermentasi 48 jam mengandung senyawa fenolik total lebih rendah dibandingkan tempe dengan fermentasi selama 120 jam yaitu sebesar 85,43 dan 115,79 μ g/g.

Penambahan waktu fermentasi pada kedelai juga meningkatkan kemampuan penghambatan DPPH yang disebabkan oleh fermentasi mikroba selama pembuatan tempe. Penelitian Chang, dkk. (2009) pada ekstrak etanol 95 persen menunjukkan penghambatan DPPH tertinggi

terjadi pada hari ke-5 fermentasi tempe.

Pada penelitian ini terlihat kapasitas antioksidan yang terkandung pada TNG lebih tinggi dibandingkan tepung tempe lainnya. Hasil ini juga berkaitan dengan jumlah isoflavon yang terkandung dalam tepung tempe. Kadar isoflavon daidzein dan genistein tertinggi terdapat pada perlakuan TNG (Tabel 3).

IV. KESIMPULAN

Proses germinasi kedelai lama waktu fermentasi tidak berpengaruh nyata ($p>0,05$) terhadap komposisi proksimat komponen gizi, tetapi berpengaruh nyata ($p<0,05$) terhadap kadar isoflavon dan aktivitas antioksidan tepung tempe segar dan tepung tempe semangit yang dihasilkan.

Tepung tempe semangit dari kedelai non-germinasi (TNG) memiliki kadar isoflavon daidzein dan genistein tertinggi (masing-masing sebesar 432,8 dan 707,8 $\mu\text{g/g}$), sehingga memiliki kapasitas antioksidan paling tinggi (nilai IC_{50} sebesar 2109 ppm). Dengan demikian perlakuan germinasi kedelai pada pembuatan tempe semangit tidak perlu dilakukan. Perlakuan germinasi kedelai hanya akan menambah waktu proses pembuatan tempe semangit dan menurunkan kadar isoflavonnya.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu perlu dilakukan pengujian secara *in vivo* tentang khasiat tepung tempe semangit dan aplikasinya pada berbagai produk pangan fungsional.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada pemberi dana penelitian yaitu PT. Kalbe Farma Tbk. melalui program RISTEKDIKTI-KALBE SCIENCE AWARDS 2018 atas nama Made Astawan dengan SPK Nomor. 1539/KF-Legal/RKSA/XI/2018.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 2012. Official Method of Analysis of The Association of Official Analysis Chemist 19th Ed. Washington DC (USA): AOAC Inc.
- [CAC] Codex Alimentarius Commission. 2017. Regional Standart for Tempe, Codex Stan 313R-2013.
- Aranda, R.S., L.A.P. Lopez, J.L Arroyo, B.A.A. Garza, and N.W. Torres. 2011. Antimicrobial and antioxidant activities of plants from northeast of mexico. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Vol. 2011. Jul: 1–6.
- Asropah, S., Nurrahman., dan Hersoelityorini. 2019. Pengaruh lama perkecambahan terhadap rendemen, kadar antosianin, vitamin E, dan aktivitas antioksidan kecambah kedelai hitam. *Jurnal Pangan dan Gizi*. Vol. 9. Apr: 39–52.
- Astawan, M., T. Wresdiyati, S. Widowati. S.H. Bintari, dan N. Ichsan. 2013. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *Jurnal Pangan*. Vol: 22 (2):241–252. DOI : 10.33964/jp.v22i3.102.
- Astawan, M., T. Wresdiyati, dan J. Sirait. 2015. Pengaruh konsumsi tempe kedelai grobogan terhadap profil serum, hematologi dan antioksidan tikus. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian*. Vol 26. Sep:155–162.
- Astawan, M., dan K. Hazmi. 2016. Karakteristik fisikokimia tepung kecambah kedelai. *Jurnal Pangan*. Vol. 25(2):105–113. DOI : 10.33964/jp.v25i2.326
- Astawan, M., T. Wresdiyati, dan M. Ichsan. 2016. Karakteristik fisikokimia tepung tempe kecambah kedelai. *Jurnal Gizi Pangan*. Vol. 11. Mar:35–42.
- Astawan, M., T. Wresdiyati, dan L. Maknun. 2017. Tempe : Sumber Zat Gizi dan Komponen Bioaktif untuk Kesehatan. Bogor: IPB Press.
- Bavia, A.C.F., C.E.D. Silva, M.P Ferreira, R.S Leite, J.M.G. Mandarino, and M.C.C Panizzi. 2012. Chemical composition of tempeh from soybean cultivars developed for human consumption. *Ciencia e Tecnologia de Alimentos*. Vol. 32. Jul:613–620.
- Chang, C.T., C.K. Hsu, S.T. Chou, Y.C. Chen, F.S. Huang, and Y.C. Chung. 2009. Effect of fementation time on the antioxidant activities of tempeh prepared from fermented soybean using rhizopus oligosporus. *International Journal of Science and Technology*. Vol. 44. Des:799–806.
- Dewi, I.G.A.A.S.P., I.G.A. Ekawati, dan I.D.P.K. Pratiwi. 2018. Pengaruh lama perkecambahan millet (*Panicum milliaceum*) terhadap karakteristik flakes. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Vol. 7. Des:175–183.
- Dhaduk, J.J., B.G. Patel, I.N. Patel, and S. Rema. 2008. Evaluation of nutritional quality of various tempeh preparations with rhizopus oligosporus in rats. *Journal of Cell and Tissue Research*. Vol. 8. Apr:1387–1392.
- Efriwati., A. Suwanto, G. Rahayu, dan L. Nuraida. 2013. Population dynamics of yeast and lactic acid bacteria (LAB) during tempeh production. *HAYATI Journal of Bioscience*. Vol. 20. Jun:57–64.
- Gunawan-Puteri, M.D.P.T., T.R. Hassanein, E.K. Prabawati, C.H. Wijaya, and A.N. Mutukumira. 2015. Sensory characteristics of seasoning

- powders from overripe tempeh, a solid state fermented soybean. *Procedia Chemistry*. Vol. 14. No. 2015:263–269.
- Gusman-Ortis, FA., E.S. Martin-Martinez, M.E. Valverde, Y. Rodriguez-Aza, J.D.J Berrios, and R. Mora-Escobedo. 2017. Profile analysis and correlation accros phenolic compounds, isoflavones antioxidant capacity during germination of soybeans (*Glycine max* L.). *Journal of Food*. Vol. 15. No. 4:516–524.
- Kanetro, B., dan A. Setyowati. 2013. Profil asam amino penstimulasi sekresi insulin dalam ekstrak sesudah pemisahan protein kecambah kacang-kacangan lokal. *AGRITECH*. Vol. 33. Feb:258–264.
- Kim, J.K., E.H. Kim, I. Park, B.R. Yu, J.D. Lim, Y.S. Lee, J.H. Lee, S.H. Kim, and I.M. Chung. 2014. Isoflavones profiling of soybean [*Glycine max* (L) Merrill] germplasms and their correlation with metabolic pathways. *Food Chemistry*. Vol. 153. Jun:258–264.
- Megat, R.M.R., A. Azrina, M.E. Norhaizan. 2016. Effect of germination on total dietary fiber and total sugar in selected legumes. *International Food Research Journal*. Vol. 23. Jun:257–261.
- Nurdini, A.L., L. Nuraida, A. Suwanto, and Suliantari. 2015. Microbial growth dynamics during tempe fermentation in two different home industries. *International Food Research Journal*. Vol. 22. Des:1668–1674.
- Obadina, A.O., O.J. Akinola, T.A. Shittu, and H.A. Bakare. 2013. Effect of natural fermentation on the chemical and nutritional composition of fermented soymilk nono. *Nigerian Food Journal*. Vol. 31. No. 2:91–97.
- Ogodo, A.C., O.C. Ugbogu, R.U. Onyeagba, and H.C. Okereke. 2017. Effect of lactic acid bacteria consortium fermentation on the proximate composition and in-vitro starch/protein digestibility of maize (*Zea mays*) flour. *American Journal of Microbiology and Biotechnogy*. Vol. 4. No. 4: 35–43.
- Ongol, M.P., E. Niyonzima, I. Gisanura, and H. Vasanthakalam. 2013. Effect of germination and fermentation on nutrients in maize flour. *Pakistan Journal of Food Science*. Vol. 23. No. 4:183–188.
- Pertiwi, S., S. Aminah, dan Nurhidayah. 2013. Aktivitas antioksidan, karakteristik kimia dan sifat organoleptik susu kecambah kedelai hitam (*Glycine soja*) berdasarkan variasi waktu perkecambahan. *Jurnal Pangan dan Gizi*. Vol. 4. No. 8:1–8.
- Reyes-Bastidas, M., E.Z. Reyes-Fernandes, J. Lopez-Cervantes, J. Milan-Carrillo, G.F. Loarca-Pina, and Reyes-Moreno. 2010. Physicochemical, nutrition, and antioxidant properties of tempeh flour from common bean (*Phaseolus vilgaris* L.). *Food Science and Technology International*. Vol. 16. Nov:427–434.
- Ribeiro, M.L.L., J.M.G. Mandarino, M.C. Carrao-Panizzi, M.C.N. Oliveira, C.B.H. Campo, A.L.Nepomuceno, E.I. Ida. 2006. β -glukosidase activity and isoflavone content in germinated soybean radicles and cotyledons. *Journal of Food Biochemistry*. Vol. 30. Nov:453–456.
- Rumiyati., A.P. James, and V.Jayasena. 2012. Effect of germination on the nutritional and protein profile of australian sweet lupin. *Food and Nutrition Science*. Vol. 3. Mei:621–626.
- Sahu, R.K., M. Kar, and R. Routray. 2013. DPPH free radical scavenging activity of some leafy vegetables used by tribals of odisha india. *Journal of Medicinal Plants Studies*. Vol. 1. No. 4:21–27.
- Sakiroh., Taryono., S. Purwanti. 2018. Dynamics of storage materials in cotyledon during cocoa seed germination. *Ilmu Pertanian*. Vol. 2. April:12–20.
- Sharma, S., D.C. Saxena, C.S. Riar. 2015. Antioxidant activity, total phenolics, flavonoids and antinutritional characteristics of germinated foxtail millet (*Setaria italica*). *Food and Agriculture*. Vol. 1. Sep:2–10.
- Shi, Z., Y. Yao, Y. Zhu, G. Ren. 2016. Nutritional composition and antioxidant activity of twenty mung bean cultivars in china. *The Crop Journal*. Vol. 4. Jul:398–406.
- Sirilun, S., B.S. Sivamaruthi, P. Kesika, S. Peerajan. 2017. Lactic acid bacteria mediated fermented soybean as a potent nutraceutical candidate. *Asian Pacific Journal of Tropical*. Vol. 7. Okt:930–936.
- Suarni., dan R. Patong, 2007. Potensi kecambah kacang hijau sebagai sumber enzim α -amilase. *Indonesian Journal of Chemistry*. Vol. 7. Agu:332–336.
- Suharto, K.F., H. Soetjipto, Y. Martono, 2017. Pengaruh lama fermentasi tempe terhadap kandungan total senyawa fenolik dan isoflavon genistein. *Alchemy Jurnal Penelitian Kimia*. Vol. 13. No. 3:230–240.
- Utami, R., C.H. Wijaya, H.N. Lioe. 2016. Taste of water soluble extracts obtained from over fermented tempe. *International Journal of Food Properties*. Vol. 19. Okt:2063–2073.
- Wang, G., S.S. Kuan, O.J. Francis, G.M. Ware, A.S. Carman. 1990. A simplified HPLC method for the determination of phytoestrogen in soybean and its processed product. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 38. No. 1:185–190.

-
- Warle, B.M., C.S. Riar, S.S. Gaikwad, V.A. Mane. 2015. Effect of germination on nutritional quality of soybean (*Glycine Max*). *IOSR Journal of Enviromental Science, Toxicology dan Food Technology*. Vol. 9. Apr:13–16.
- Yoon, G.A., and S. Park. 2014. Antioxidant action of soy isoflavones on oxidative stress and antioxidant enzyme activities in exercised rats. *Nutrition Research and Practice*. Vol. 8. Mar:618–624.

BIODATA PENULIS:

Andriana Puspitasari dilahirkan di Tulungagung, 30 Juni 1994. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Teknologi Hasil Perikanan di Universitas Brawijaya Malang tahun 2016 dan saat ini sedang menempuh pendidikan S2 Ilmu Pangan di Institut Pertanian Bogor.

Made Astawan dilahirkan di Singaraja, 2 Februari 1962. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Gizi Masyarakat di Institut Pertanian Bogor tahun 1985, pendidikan S2 Ilmu Pangan Institut Pertanian Bogor tahun 1990, dan pendidikan S3 *Food Chemistry and Nutrition*, *Tokyo University of Agriculture* Jepang tahun 1995.

Tutik Wresdiyati dilahirkan di Yogyakarta, 9 September 1964. Penulis menyelesaikan pendidikan S1 Kedokteran Hewan di Institut Pertanian Bogor tahun 1988, dan pendidikan S3 *Veterinary Sciences* di *Yamaguchi University* Jepang tahun 1998.

Halaman ini sengaja dikosongkan