

Pengaruh suhu penguapan ekstrak terhadap aktivitas antioksidan dan antiglikasi ekstrak tempe kedelai dan tempe gembus

Effect of temperature on extract evaporation on antioxidant and anti-glycation activity of soybean tempeh and gembus tempeh extract

Sunarti Sunarti^{1*}, Nina Salamah², Muhammad Sulkhan³, Banundari Rachmawati³, Rosyida Awalia Safitri¹, Annta Kern Nugrohowati⁴, Agustin LN Aminin⁵

¹Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Ahmad Dahlan; ²Fakultas Farmasi, Universitas Ahmad Dahlan; ³Fakultas Kedokteran, Universitas Diponegoro; ⁴RSND Universitas Diponegoro; ⁵Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro

Diterima: 27/03/2021

Ditelaah: 08/12/2021

Dimuat: 30/08/2022

Abstrak

Latar belakang: Tempe kedelai dan tempe gembus merupakan makanan fermentasi khas Indonesia yang mempunyai potensi sebagai antioksidan dan antiglikasi. Senyawa bioaktif tersebut dapat diekstrak sehingga berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk *nutraceutical*. Etanol merupakan pelarut yang sering digunakan untuk ekstraksi senyawa bioaktif. Namun demikian, suhu pada proses penguapan pelarut dapat memengaruhi kapasitas bioaktif ekstrak. **Tujuan:** Untuk mengetahui pengaruh suhu penguapan etanol terhadap aktivitas antioksidan dan antiglikasi ekstrak tempe kedelai dan tempe gembus. **Metode:** Aktivitas antioksidan diukur dengan DPPH, sedangkan antiglikasi dengan *spektrofotometer fluoresens*. Analisis data dengan uji *Anova* dilanjutkan uji *Post Hoc*. **Hasil:** Penelitian ini menunjukkan pada penguapan ekstrak tempe kedelai suhu rendah -40°C (*freeze dry*) nilai IC₅₀ sebesar 2,30±0,05 mg/ml, sedangkan dengan *water bath* suhu 50°C nilai IC₅₀ sebesar 2,83±0,04 mg/ml. Aktivitas antioksidan pada ekstrak tempe gembus yang diuapkan dengan suhu rendah -40°C, nilai IC₅₀ 1,70±0,02 mg/ml, sementara yang diuapkan dengan *water bath* 3,17±0,02 mg/ml. Antiglikasi ekstrak tempe kedelai yang diuapkan dengan metode *freeze dry* 64,65±6,60% dan yang diuapkan dengan *water bath* 62,63±3,99%, sementara antiglikasi tempe gembus yang diuapkan dengan metode *freeze dry* 46,60±4,10% sedangkan yang diuapkan dengan *water bath* 50,19±13,80%. **Kesimpulan:** Pengeringan menggunakan metode *freeze dry* memberikan hasil potensi antioksidan yang lebih tinggi dibandingkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath*. Aktivitas antioksidan pada tempe gembus lebih tinggi dibandingkan tempe kedelai, namun potensi antiglikasi tempe kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan tempe gembus.

Kata kunci: antioksidan; antiglikasi; tempe; gembus; *freeze dry*; *water bath*

Abstract

Background: Soybean tempeh and gembus tempeh are Indonesian fermented foods that have potential as antioxidant and anti-glycation. Ethanol is known as a universal solvent for the extraction of bioactive compounds. However, temperature of evaporation process to eliminate solvent will affected the bioactive capacity of the extract. **Objective:** The purpose of this study was to determine the effect of temperature used during ethanol evaporation on the antioxidant and anti-glycation activity of tempeh extract. **Methods:** Antioxidant activity was determined using DPPH scavenging method while anti-glycation with fluorescence spectrophotometry. Data were analyzed using *Anova* continued with *Post Hoc* test. **Results:** The results showed that the antioxidant capacity of soybean tempeh extract that freeze dried had IC₅₀ 2.30±0.05 mg/ml, while water bath dried was 2.83±0.04 mg/ml. The antioxidant activity of freeze dried extract of gembus tempeh had IC₅₀ 1.70±0.02 mg/ml, while water bath dried was 3.17±0.02 mg/ml. The anti-glycation of freeze dried soybean tempeh was 64.65±6.60% and 62.63±3.99% for water bath dried sample, while the freeze dried gembus tempeh was 46.60±4.10% and 50.19±13.80% for water bath dried sample. **Conclusion:** Freeze drying had better bioactive qualities than water bath drying. Interestingly, the antioxidant capacity of gembus tempeh was significantly higher than soybean extract, however the anti-glycation was lower.

Keywords: antioxidant; antiglycatoin; soy bean; gembus; *freeze dry*; *water bath*

* **Korespondensi:** Sunarti, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Ahmad Dahlan, Jl. Prof. Dr. Soepomo, Janturan, Warung Boto, Yogyakarta, email sunarti@ikm.uad.ac.id

PENDAHULUAN

Tempe kedelai merupakan makanan tradisional khas Indonesia yang dihasilkan dari fermentasi kedelai dengan kapang jenis *Rhizopus* sp. Tempe kedelai merupakan sumber makanan kaya gizi dan mengandung banyak unsur fitokimia yang bermanfaat untuk tubuh manusia (1). Kandungan isoflavon pada tempe kedelai menyebabkan bahan pangan ini dapat difungsikan sebagai antioksidan (2). Kadar isoflavon tempe kedelai sebesar 864 µg/g yang terdiri dari genistein 400,84 µg/g dan daidzein 463,53 µg/g (3).

Tempe gembus merupakan salah satu jenis tempe yang diproduksi dari hasil samping pembuatan tahu yang difermentasi menggunakan *Rhizopus* sp. Tempe gembus juga mempunyai potensi antioksidan (4). Bahan dasar tempe gembus yaitu ampas tahu mempunyai ukuran protein yang kecil dengan ukuran 7 S dan 11 S, sehingga lebih mudah dipecah menjadi peptida saat difermentasi (5). Komponen isoflavon pada tempe gembus juga masih ditemukan walaupun dalam konsentrasi yang lebih rendah dari tempe kedelai. Kandungan isoflavon *genistein* sebesar 3,480 µg/g dan *deidzein* 9,868 µg/g (6).

Selain potensinya sebagai antioksidan, tempe kedelai dan tempe gembus juga diduga mempunyai potensi antiglikasi, yaitu mencegah terjadinya reaksi glikasi. Reaksi glikasi yaitu reaksi nonenzimatis antara asam amino dengan gula pereduksi (7,8). Komponen flavanoid yang ada pada tempe kedelai dan tempe gembus selain berfungsi sebagai antioksidan, diduga juga dapat berfungsi sebagai antiglikasi, tetapi belum ada penelitian mengenai antiglikasi pada kedua bahan makanan tersebut.

Temuan komponen bioaktif dan komponen gizi yang ada pada tempe maupun tempe gembus diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam penurunan kejadian penyakit degeneratif terutama yang berkaitan dengan sindrom metabolik, diabetes melitus dan

penyakit jantung koroner. Hasil Riskesdas tahun 2018 menunjukkan peningkatan prevalensi beberapa penyakit degeneratif, antara lain diabetes melitus meningkat dari 6,9 % pada tahun 2013 menjadi 8,5 % tahun 2018. Data ini sejalan dengan meningkatkan prevalensi obesitas pada kelompok orang dewasa pada tahun 2007—2018. Prevalensi obesitas meningkat dari 10,5% pada tahun 2007 menjadi 14,8 tahun 2013 dan menjadi 21,8 pada tahun 2018 (9,10).

Pengembangan pangan fungsional berbasis tempe diharapkan dapat memberi kontribusi terhadap permasalahan kesehatan di Indonesia, namun tempe kedelai dan tempe gembus mempunyai kelemahan pada singkatnya umur simpan. Umumnya tempe kedelai maupun tempe gembus dikonsumsi pada usia fermentasi 32 jam sampai 48 jam. Bentuk ekstrak sangat dimungkinkan untuk memperlama umur simpan dan mempertahankan komponen bioaktif dan selaras dengan pengembangan pangan dalam bentuk *nutraceutical*.

Mutu ekstrak dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain mutu bahan yang diekstrak, jenis pelarut yang digunakan, metode ekstraksi, serta penguapan dan pengeringan. Etanol merupakan pelarut polar yang sering digunakan. Pengeringan ekstrak dengan metode *freeze dry* lebih baik dibandingkan metode oven (11). Peneliti lain juga melaporkan penggunaan metode *freeze dry* sudah memenuhi persyaratan farmakologi herbal dengan hasil ekstrak yang stabil, densitas rendah dan umur simpan yang lebih lama (12).

Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan potensi antioksidan dan antiglikasi pada ekstrak tempe kedelai dan ekstrak tempe gembus yang dikeringkan dengan *water bath* dan *freeze dry*. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan ilmu pengetahuan terkait dengan metode yang

terbaik untuk pengeringan ekstrak tempe maupun tempe gembus.

METODE

Jenis penelitian ini yaitu eksperimental dengan membagi ekstrak cair tempe kedelai maupun tempe gembus dalam dua kelompok. Kelompok pertama yaitu ekstrak cair yang diuapkan dengan suhu dingin (-40°C) / *freeze dry*, sedangkan kelompok kedua yaitu ekstrak cair yang diuapkan dengan *water bath* suhu 50°C . Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu suhu penguapan ekstrak, adapun variabel terikatnya aktivitas antioksidan dan antiglikasi. Aktivitas antioksidan yaitu kemampuan ekstrak dalam mencegah atau menghambat reaksi oksidasi molekul lain. Pengukuran antioksidan dengan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) dengan menghitung nilai IC50. Antiglikasi merupakan kemampuan ekstrak dalam menghambat terjadinya reaksi glikasi, diukur dengan spektrofotometer. Sampel dalam penelitian ini yaitu tempe kedelai dan tempe gembus yang berasal dari produsen berbeda di wilayah Kabupaten Sukoharjo.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), *Bovine Serum Albumin*, dan bahan-bahan dari Merck: etanol 95 %, MgO, glukosa anhidrat, NaN_3 , *Phosphate Buffer Saline (PBS)*, asam trikloroasetat, asam tiobarbiturat, dapar fosfat, NaOH. Alat yang digunakan adalah Spektrofotometer *UV-Visible* (Shimadzu®) tipe 1700, *Buchi Rotavapor R 124*, *Buchi Waterbath R-480* dan Spektrofotometer Fluoresens RF1500.

Prosedur Penelitian

Preparasi ekstrak tempe

Sebanyak 400 g tempe segar diekstraksi dengan metode maserasi menggunakan etanol 95%. Maserasi dilakukan selama 24 jam kemudian disaring. Setelah itu, dilakukan maserasi ulang hingga ekstrak berwarna

bening. Seluruh ekstrak dikumpulkan dan dibagi dua untuk dievaporasi dengan dua cara, yaitu dengan *rotary evaporator* suhu 60°C dilanjutkan pengeringan di *water bath* suhu 50°C dan *freeze dry* suhu -40°C (13,14) sampai isolat berwarna kuning.

Uji antioksidan

Uji antioksidan yang dipakai dalam penelitian ini adalah *scavenging* DPPH dengan menggunakan spektrofotometer (15). Tahap pertama dalam pengujiannya yaitu pembuatan reagen DPPH 0,15 mM dengan cara melarutkan 20 mg DPPH dalam 10 ml etanol pa; kemudian dimasukkan dalam labu ukur 50 ml; selanjutnya ditambahkan etanol sampai tanda batas; larutan kemudian dicampur sampai homogen.

Tahap kedua yaitu menentukan panjang gelombang maksimum dengan cara mengambil 1 ml DPPH 0,15 mM, menambahkan 1 ml etanol pa, kemudian dikocok sampai homogen. Absorbansi DPPH diukur pada panjang gelombang 450–600 nm terhadap blanko etanol pa. Langkah berikutnya yaitu membuat kontrol negatif dengan 1 ml DPPH 0,15 mM kemudian menambahkan 1 ml etanol pa, mengocok sampai larutan homogen, kemudian diukur panjang gelombang maksimalnya.

Tahap ketiga yaitu membuat larutan sampel 5000 ppm. Sampel sebanyak 50 mg dilarutkan dalam 10 ml etanol pa; selanjutnya dilakukan sonikasi selama 15 menit kemudian disaring. Larutan dimasukkan ke dalam labu ukur 10ml, kemudian ditambah etanol sampai batas dan dihomogenkan.

Tahap keempat yaitu menentukan *operating time* dengan cara mengambil 1 ml sampel ditambahkan larutan DPPH 0,15 mM, kemudian diukur absorbansinya selama 0–60 menit pada panjang gelombang maksimal.

Tahap kelima yaitu membuat kurva kalibrasi dengan cara membuat larutan sampel dengan konsentrasi 100, 250, 500, 750, 1000, 1250, dan 2500 ppm. Sampel

selanjutnya dimasukkan ke dalam labu ukur 5 ml, kemudian ditambahkan etanol sampai tanda batas dan dikocok hingga homogen. Masing-masing larutan ditambah DPPH 1 ml, kemudian dikocok hingga homogen. Larutan sampel dengan DPPH diinkubasi dalam rentang waktu *operating time* pada suhu ruang, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimal.

Uji antiglikasi

Uji antiglikasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan spektrofotometer fluoresens (16). Tahapan prosedur pengujiannya meliputi: 1) preparasi larutan sampel sebanyak 60 µl dengan mencampurkan 20 µl BSA 10 mg/mL, 20 µl glukosa anhidrat, 50 mg/ml magnesium oksida (14 mM) dan 20 µl ekstrak sampel; 2) preparasi larutan kontrol dengan mencampurkan 20 µl BSA, 20 µL glukosa anhidrat, 20 µL natrium fosfat *buffer* (0,1 M, pH 7,4) mengandung NaN₃ (30 mM); 3) preparasi larutan *blanko* yang mengandung 20 µl BSA dan 40 µl natrium natrium fosfat *buffer*. Ketiga larutan (sampel, kontrol, dan *blanko*) diinkubasi pada suhu 37°C selama 9 hari. Setelah inkubasi, masing-masing larutan ditambahkan *Trichloroacetic acid (TCA)* 10% sebanyak 60 µl, kemudian disentrifugasi 15000 rpm, setelah itu dicuci lagi dengan *TCA*. kemudian ditambahkan larutan *PBS*. Pembentukan *AGEs* diukur dengan spektrofotometer fluoresens RF1500 dengan intensitas 370 nm, emisi 440 nm.

Analisis data

Aktivitas antioksidan ekstrak etanol dari tempe dapat dilihat kemampuannya dalam mereduksi *1,1-difenil-2-pikrilhidrazil* yang berwarna biru violet menjadi berwarna kuning. Semakin besar persentase berkurangnya

intensitas serapan, berarti semakin kuat kemampuan menangkap radikal bebas (17).

Persentase penangkapan radikal ekstrak etanol tempe dihitung dengan rumus (14,18):

% penangkapan radikal bebas =

$$\frac{S_k - S_{sp}}{S_k} \times 100\%$$

Keterangan:

S_k = Serapan Kontrol

S_{sp} = Serapan Sampel

Data-data yang diperoleh kemudian dibuat persamaan regresi linier $y = bx + a$ berdasarkan konsentrasi dan persentase penangkapan radikal bebas. Dari persamaan regresi linier, selanjutnya ditentukan harga konsentrasi penangkapan radikal 50% (IC50) untuk masing-masing ekstrak etanol tempe.

Analisis pengukuran antiglikasi dihitung dengan menghitung persen penghambatan menggunakan rumus:

$$(1 - (\text{abs ekstrak} / \text{abs kontrol})) \times 100 \%$$

Data yang terkumpul kemudian dianalisis dengan uji *Anova* untuk melihat perbedaan aktivitas antioksidan dan antiglikasi antara ekstrak tempe kedelai dan tempe gembus dengan metode pengeringan *freeze dry* dan evaporasi dengan *water bath*.

HASIL

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Tempe Gembus dan Tempe Kedelai yang Diuapkan dengan Freeze Dry dan Water Bath

Perbedaan hasil uji aktivitas antioksidan antara ekstrak tempe kedelai dan tempe gembus dengan metode penguapan ekstrak menggunakan teknik *frozen dry* dan *water bath*, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Nilai IC50 ekstrak tempe gembus dibandingkan ekstrak tempe kedelai dengan metode *freeze dry* dan evaporasi menggunakan *water bath*

Jenis ekstrak	n	mean±SD (mg/ml)	p
TK – FD	3	2,30±0,05 ^a	0,001
TK – E	3	2,83±0,04 ^b	
TG – FD	3	1,70±0,02 ^c	
TG – E	3	3,17±0,02 ^d	

Keterangan:

TK – FD (tempe kedelai, pengeringan *freeze dry*), TK – E (tempe kedelai, pengeringan evaporasi menggunakan *water bath*), TG – FD (tempe gembus, pengeringan *freeze dry*), TG – E (tempe gembus, pengeringan evaporasi menggunakan *water bath*), huruf yang berbeda menunjukkan nilai $p < 0,05$ berdasarkan uji *Anova* dilanjutkan uji *Post Hoc*.

Berdasarkan **Tabel 1** dapat diketahui nilai IC50 pada ekstrak tempe kedelai yang diuapkan dengan metode *freeze dry* lebih rendah (2,30±0,05) dibandingkan yang diuapkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath* (2,83±0,04). Artinya, aktivitas antioksidan pada ekstrak tempe kedelai yang diuapkan dengan metode *freeze dry* lebih tinggi dibandingkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath*. Hasil serupa terlihat pada ekstrak tempe gembus. Nilai IC50 pada ekstrak tempe gembus yang diuapkan dengan metode *freeze dry* lebih rendah (1,70±0,02) dibandingkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath* (3,17±0,02), artinya aktivitas antioksidan pada ekstrak tempe gembus yang diuapkan dengan metode *freeze dry* lebih tinggi daripada yang diuapkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath*.

Hasil uji *Post Hoc* menunjukkan ada perbedaan rerata nilai IC50 pada ekstrak

tempe kedelai yang diuapkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath* dibandingkan dengan metode *freeze dry* ($p < 0,001$). Ada perbedaan nilai IC50 ekstrak tempe gembus yang diuapkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath* dibandingkan metode *freeze dry* ($p < 0,001$). Ada perbedaan nilai IC50 pada ekstrak tempe gembus dibandingkan tempe kedelai yang diuapkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath* ($p < 0,001$). Ada perbedaan nilai IC50 pada ekstrak tempe gembus dibandingkan tempe kedelai yang diuapkan dengan metode *freeze dry*.

Potensi Antiglikasi Ekstrak Tempe Gembus dan Tempe Kedelai yang Diuapkan dengan *Freeze Dry* dan *Water Bath*

Hasil uji potensi antiglikasi pada tempe gembus maupun kedelai pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Potensi antiglikasi pada ekstrak tempe gembus metode penguapan *freeze dry* dan evaporasi menggunakan *water bath*

Jenis Ekstrak	n	Mean±SD (%)	p
Ekstrak TK – FD	3	64,65±6,60	<0,062
Ekstrak TK – E	3	62,63±3,99	
Ekstrak TG – FD	3	46,60±4,10	
Ekstrak TG – E	3	50,19±13,80	

Keterangan:

TK – FD (tempe kedelai, pengeringan *freeze dry*), TK – E (tempe kedelai, pengeringan evaporasi menggunakan *water bath*), TG – FD (tempe gembus, pengeringan *freeze dry*), TG – E (tempe gembus, pengeringan evaporasi menggunakan *water bath*), huruf yang berbeda menunjukkan nilai $p < 0,05$ berdasarkan uji *Anova*.

Tabel 2 menjelaskan potensi antiglikasi pada ekstrak tempe kedelai yang diuapkan dengan metode *freeze dry* mempunyai nilai lebih tinggi ($64,65 \pm 6,60$) dibandingkan metode evaporasi menggunakan *water bath* ($62,63 \pm 3,99$), sedangkan tempe gembus menunjukkan nilai antiglikasi pada metode evaporasi menggunakan *water bath* lebih tinggi ($50,19 \pm 13,80$) dibandingkan metode *freeze dry* ($46,60 \pm 4,10$), namun secara statistik tidak bermakna ($p=0,062$). Secara keseluruhan, dapat dilihat potensi antiglikasi pada ekstrak tempe kedelai lebih tinggi dibandingkan ekstrak tempe gembus.

PEMBAHASAN

Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Tempe Kedelai dan Tempe Gembus yang Diuapkan dengan Metode *Freeze Dry* dan *Water Bath*

Berdasarkan hasil penelitian yang disajikan pada **Tabel 1** didapatkan data aktivitas antioksidan pada ekstrak tempe kedelai dan tempe gembus yang diuapkan dengan metode *freeze dry* mempunyai nilai aktivitas antioksidan yang lebih tinggi ditandai dengan rendahnya nilai IC50 pada ekstrak tersebut. Temuan ini menguatkan teori bahwa pada proses pengeringan *freeze dry* relatif meminimalisir kerusakan komponen bahan aktif (19). Pengeringan dengan metode *freeze dry* memungkinkan untuk menghasilkan produk dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan pengeringan dengan cara tradisional (20). Penelitian lain melaporkan penurunan kadar isoflavon pada proses pengukusan, perebusan dan penggorengan tempe. Artinya, proses pemanasan telah menurunkan komponen bioaktif pada tempe (21). Penurunan kadar isoflavon akan berpengaruh pada aktivitas antioksidan pada tempe kedelai maupun tempe gembus. Temuan dalam penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian tersebut.

Hasil penelitian ini memperlihatkan nilai IC50 pada tempe gembus yang

diuapkan dengan *freeze dry* lebih kecil ($1695,73 \pm 20,494$ mg/ml) dibandingkan tempe kedelai ($2304,50 \pm 51,202$ mg/ml) sehingga dapat disimpulkan potensi antioksidan tempe gembus lebih tinggi dibandingkan dengan tempe kedelai. Temuan ini menguatkan hasil penelitiannya sebelumnya yang mengatakan bahwa aktivitas antioksidan ampas tahu yang difermentasi dengan *Bacillus subtilis* B2 lebih tinggi dibandingkan dengan tempe kedelai (22). Tingginya aktivitas antioksidan pada tempe gembus disebabkan karena tingginya kadar peptida pada fermentasi setelah 24 jam. Kadar peptida pada tempe gembus setelah fermentasi 24 jam lebih tinggi dibandingkan dengan tempe kedelai. Tingginya kadar peptida pada tempe gembus ini memberikan kontribusi pada tingginya aktivitas antioksidan pada tempe gembus. Aktivitas antioksidan tertinggi pada tempe gembus terjadi pada saat mikroba bersporulasi yaitu pada fermentasi hari ke-2 dan ke-3 (23). Penelitian lain mengatakan bahwa antioksidan yang ada pada tempe gembus bersumber dari polisakarida (24). Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mempelajari bahan aktif yang ada pada tempe gembus yang berperan sebagai antioksidan.

Potensi Antiglikasi Ekstrak Etanol Tempe Kedelai dan Tempe Gembus yang Diuapkan dengan Metode *Freezed Dry* dan Evaporasi Menggunakan *Water Bath*

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa persentase antiglikasi pada ekstrak tempe kedelai yang diuapkan dengan metode *freeze dry* lebih tinggi ($64,65 \pm 6,609$) jika dibandingkan dengan metode evaporasi menggunakan *water bath* ($62,63 \pm 3,999$). Hasil penelitian ini juga menemukan ekstrak tempe gembus yang diuapkan dengan metode *freeze dry* mempunyai persentase antiglikasi yang lebih rendah ($46,60 \pm 4,101$) dibandingkan metode evaporasi menggunakan *water bath* ($50,19 \pm 13,80$) namun perbedaannya tidak bermakna.

Persentase antiglikasi pada tempe kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan tempe gembus. Perbedaan ini mungkin berhubungan dengan kandungan flavanoid yang berbeda pada kedua jenis bahan tersebut. Kandungan isoflavon pada tempe kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan tempe gembus. Kandungan isoflavon pada tempe kedelai lebih tinggi dengan nilai *daidzein* 2493,7 g/100 g bahan (25) serta *genistein* 634,2 g/100 g bahan, sedangkan kadar isoflavon tempe gembus *daidzein* 0,9868 mg/100 g bahan, *genistein* 0,348 mg/100 g bahan (7). Tingginya unsur flavanoid pada suatu bahan mempunyai peran penting terhadap kemampuan bahan tersebut sebagai antiglikasi (26). Temuan lain pada bahan yang berbeda juga menunjukkan pada tanaman aligator yang tinggi komponen polifenol mempunyai daya antiglikasi yang tinggi (16).

Temuan ini semakin memberikan harapan untuk pengembangan tempe gembus maupun tempe kedelai untuk menjadi produk pangan fungsional, namun dipertimbangkan metode pengolahan baru yang tidak melibatkan pemanasan. Hasil penelitian menunjukkan metode *freeze dry* lebih memberikan hasil yang lebih tinggi terhadap aktivitas antioksidan maupun antiglikasi, tetapi biaya *freeze dry* ini masih terlalu mahal untuk penerapan pada skala industri sehingga tidak dapat menjangkau industri kecil menengah.

Penelitian ini masih memiliki keterbatasan antara lain sampel yang diambil pada penelitian ini hanya sampel dari satu produsen dengan replikasi 3 kali, sehingga belum memenuhi syarat untuk digeneralisasi ke populasi. Namun demikian, data dalam penelitian ini dapat dijadikan sebagai rujukan awal untuk penelitian selanjutnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Metode *freeze dry* memberikan hasil nilai aktivitas antioksidan maupun antiglikasi yang lebih tinggi dibandingkan metode evaporasi menggunakan *water bath*.

Aktivitas antioksidan pada tempe gembus lebih tinggi daripada tempe kedelai, namun potensi anglikasi tempe kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan tempe gembus.

Penelitian lebih lanjut pada hewan coba diperlukan untuk membuktikan pengaruh aktivitas antioksidan pada tempe kedelai maupun tempe gembus terhadap kesehatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada LPPM Universitas Ahmad Dahlan yang telah memberikan bantuan pendanaan untuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Astawan M, Tuti W, Lulu M. Tempe. Bogor: Penerbit IPB Press; 2017
2. Ariani SRD, Hastuti W. Analisis isoflavon dan uji aktivitas antioksidan pada tempe dengan variasi lama waktu fermentasi dan metode ekstraksi. Pros Semin Nas Kim dan Pendidik Kim. 2009;(5):568–80.
3. Purwoko T. Kandungan isoflavon aglikon pada tempe hasil fermentasi *Rhizopus microsporus* var. *oligosporus*: Pengaruh Perendaman. Biosmart. 2004;6(2):85–7.
4. Agustina RK, Dieny FF, Rustanti N, Anjani G, Afifah DN. Antioxidant activity and soluble protein content of tempeh gembus hydrolysate. Hiroshima J Med Sci. 2018;67(Special issue).
5. Stanojevic SP, Barac MB, Pesic MB, Jankovic VS, Vucelic-Radovic B V. Composition of Proteins in okara as a byproduct in hydrothermal processing of soy milk sladjana. J Agric Food Chem. 2012;60(38):9221–8.
6. Agustina W. Profil Kandungan Daidzein dan genistein pada tempe gembus selama proses fermentasi [Internet]. 2004. Available from: <http://digilib.uns.ac.id>
7. Parengkuan L, Yagi M, Matsushima M, Ogura M, Hamada U, Yonei Y. Anti-glycation Activity of various fruits. Anti-Aging Med. 2013;10(4):70–6.

8. Batubara I, Zahra U, Darusman LK, Maddu A. Minyak Atsiri daun zingiberaceae sebagai antioksidan dan antitiglikasi. *Indones J Essent Oil*. 2016;1(1):44–52.
9. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan. Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013. Lap Nas 2013. 2013;1–384.
10. Kementrian Kesehatan RI. Hasil utama riskesdas 2018. Kementrian Kesehatan RI; 2018.
11. Sembiring BB. Pengaruh konsentrasi bahan pengisi dan cara pengeringan terhadap mutu ekstrak kering sambiloto. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 2016;20(2):173–81.
12. Reubun YTA, Kumala S, Setyahadi S, Simanjuntak P. Pengeringan beku ekstrak herba pegagan (*Centella asiatica*). 2020;13(2):113–7.
13. Sovia E, Sukandar EY, Sasongko LDN, Sigit JJ, Jenderal U, Yani A, et al. Aktivitas inhibisi ekstrak bawang putih dan s-metil sistein terhadap reaksi glikasi albumin secara in vitro. *J Kedokt Maranatha*. 2011;10(2):98–109.
14. Chang CT, Hsu CK, Chou ST, Chen YC, Huang FS, Chung YC. Effect of fermentation time on the antioxidant activities of tempeh prepared from fermented soybean using *Rhizopus oligosporus*. *Int J Food Sci Technol*. 2009;44(4):799–806.
15. Mardhiyyah YS. Aktivitas antioksidan serta inhibisi lipase dan α -amilase pada tempe dengan pengasaman spontan dan pengasaman dengan penambahan asidulan. Institut Pertanian Bogor; 2016.
16. Kazeem MI, Akanji MA, Hafizur RM, Choudhary MI. Antiglycation, antioxidant and toxicological potential of polyphenol extracts of alligator pepper, ginger and nutmeg from Nigeria. *Asian Pac J Trop Biomed*. 2012;2(9):727–32.
17. Salamah N, Widyasari E. Aktivitas antioksidan ekstrak metanol daun kelengkeng (*Euphoria longan* (L) Steud.) dengan metode penangkapan radikal bebas 2, 2'-Diphenil-1- Pikrilhidrazil. *Pharmaciana*. 2015;5(L):25–34.
18. Pasebak R V, Dewi L, Lestario L. Aktivitas antionsidan dan fenolik total pada tempe dengan penambahan biji labu kuning (*Cucurbita moschata* ex Poir). In: Seminar Nasional x Biologi, Sains, Lingkungan dan Pembelajarannya. 2013. p. 1–7.
19. Ratti C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: A review. *J Food Eng*. 2001;49(4):311–9.
20. Khairnar S, Kini R, Pharmaceuticals G, Harwalkar M, Pharma A, Salunkhe K. A review on freeze drying process of pharmaceuticals. 2012;(July 2014).
21. Utari DM, Riyadi H. Effects of soybean processing becoming tempeh and the. *pgm*. 2010;33(2):148–53.
22. Zhu YP, Fan JF, Cheng YQ, Li LT. Improvement of the antioxidant activity of Chinese traditional fermented okara (*Meitauza*) using *Bacillus subtilis* B2. 2008;19:654–61.
23. Purwoko T, Arumsari R. Aktivitas antioksidasi ampas tahu terfermentasi terhadap oksidasi minyak kedelai. 2003;5:13–6.
24. Rupérez P. Multifunctional antioxidant activity of polysaccharide fractions from the soybean byproduct okara. *Carbohydr Polym* [Internet]. 2010;82(2):245–50. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2010.04.020>
25. Ariani SRD. Efektivitas ekstraksi isoflavon (faktor-2, daizein, glisitin dan genistein) dari ekstrak etanol dan fraksi etil asetat ekstrak etanol tempe kedelai kuning (*Glycine max* L Merrill). *Semin Nas Kim Dan Pendidik Kim V*. 2013:674–81.
26. Safari MR, Azizi O, Heidary SS, Kheiripour N, Ravan AP. Antiglycation and antioxidant activity of four Iranian medical plant extracts. 2018;82–9.