

**PENGARUH PENGOLAHAN KEDELAJ MENJADI TEMPE DAN PEMASAKAN  
TEMPE TERHADAP KADAR ISOFLAVON  
(EFFECTS OF SOYBEAN PROCESSING BECOMING TEMPEH AND THE  
COOKING OF TEMPEH ON ISOFLAVONES LEVEL)**

*Diah M. Utari<sup>1</sup>, Rimbawan<sup>2</sup>, Hadi Riyadi<sup>2</sup>, Muhilai<sup>3</sup>, Purwastyastuti<sup>4</sup>*

### ABSTRACT

**Background:** Research over the past two decades has provided significant clinical trial and epidemiological evidence for health benefits of the consumption of soybean-based foods. A health claim indicating that high soybean consumption is associated with a lower risk of coronary heart disease (CHD). Compositions of nutrient and non-nutrient in soybean have been examined and give the contribution on lower risk of CHD especially on improve of lipid profile. Isoflavones is a non-nutrient that abundant in soybean. Tempeh is fermented soybean that popular as Indonesian traditional food and content of isoflavones is greater than soybean. **Objective:** to study effect of soybean processing becoming tempeh and the cooking of tempeh on isoflavones level. **Methods:** The samples of this study is raw tempeh and steamed tempeh. The analysis of isoflavones has used high performance liquid chromatography (HPLC). **Results:** During soybean processing becoming tempeh, twice boiling of soybean produce result isoflavones 47.4 percent greater than once boiling. Steaming tempeh result minimized isoflavones reduction (13.3%). Although there is no dietary recommendation for individual isoflavones, may be great benefit in increased consumption of tempeh. [**Penel Gizi Makan 2010, 33(2): 148-153**]

**Keywords:** *tempeh, processing, isoflavones*

### PENDAHULUAN

Indonesia sampai saat ini dihadapkan pada masalah gizi ganda; di satu sisi masalah gizi kurang masih terjadi, tetapi di sisi lain masalah gizi lebih dan penyakit degeneratif, seperti penyakit jantung koroner (PJK), diabetes mellitus, stroke, aterosklerosis, dan hipertensi, mulai meningkat. Perubahan gaya hidup yang cenderung mengonsumsi makanan tinggi lemak dan garam adalah salah satu penyebab masalah tersebut.

Prevalensi PJK di Indonesia meningkat dalam sepuluh tahun terakhir, dari 16 persen pada tahun 1991 menjadi 26,4 persen pada tahun 2001. Hingga saat ini penyakit tersebut masih menjadi penyebab kematian terbesar di Indonesia. Individu yang berisiko terhadap PJK tidak hanya pada laki-laki, juga pada perempuan yang sudah memasuki masa menopause karena terjadinya penurunan produksi estrogen sehingga PJK pun menjadi penyebab kematian utama perempuan

menopause.<sup>1,2</sup> Faktor risiko PJK meliputi faktor risiko lipid (tinggi kolesterol total, kolesterol LDL, trigliserida, dan rendah kolesterol HDL) serta faktor risiko non-lipid (hipertensi, obesitas, diabetes mellitus, merokok, kurang aktivitas fisik, konsumsi, stres, dan obat).<sup>3</sup>

Data epidemiologi menunjukkan bahwa masyarakat di Asia yang mengonsumsi kedelai lebih tinggi dibandingkan dengan di negara barat ternyata mempunyai prevalensi PJK yang lebih rendah.<sup>4</sup> Konsumsi kedelai di Jepang diperkirakan sekitar 55 g/hari, sementara di Amerika Serikat hanya < 5 g/hari. Pada tahun 1998 kematian karena PJK per 100.000 penduduk usia 35 hingga 74 tahun sebesar 401 pada laki-laki di Amerika Serikat, 201 pada laki-laki Jepang, 197 pada perempuan Amerika Serikat dan 99 pada perempuan Jepang.<sup>4</sup> Adapun di Indonesia konsumsi kedelai diperkirakan mencapai 25 g/hr.<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Departemen Gizi Kesmas FKM UI

<sup>2</sup> Departemen Gizi Masyarakat FEMA IPB

<sup>3</sup> Puslitbang Gizi dan Makanan, Badan Litbang Kesehatan, Kemenkes RI

<sup>4</sup> Departemen Farmakologi FK UI

Kedelai merupakan komponen penting dalam diet penduduk di wilayah Asia dan diketahui merupakan faktor lingkungan yang menonjol dalam pencegahan PJK.<sup>2,6</sup> Hasil penelitian di berbagai populasi di banyak negara menunjukkan bahwa kedelai menurunkan kolesterol plasma, triasilgliserol dan glukosa darah,<sup>7</sup> serta berperan sebagai antioksidan yang potensial.<sup>8</sup> Efek hipokolesterolemia dan antioksidan tersebut setidaknya merupakan bagian dari komponen dalam kedelai yang disebut isoflavon atau fitoestrogen.<sup>2</sup>

Telah diketahui selama 60 tahun terakhir bahwa mengganti konsumsi makanan hewani dengan kedelai dapat menurunkan hiperlipoproteinemia dan aterosklerosis. Dalam 10-12 tahun terakhir penelitian tentang hal tersebut semakin meningkat dan mendalam, dan membuktikan bahwa konsumsi kedelai tidak saja memperbaiki beberapa aspek kesehatan, tetapi juga memperbaiki kesehatan jantung.<sup>9</sup>

Dalam tanaman, isoflavon terdiri dari empat bentuk isomer, yaitu: *aglycone* (*unconjugates*) dan glukosida (*conjugates*) yang terdiri atas  $\beta$ -glukosida (genistein, daidzin, *glycitein*), *acetyl- $\beta$ -glucoside* dan *malonyl- $\beta$ -glucosida*.<sup>10,11</sup>

Kedelai adalah sumber terbesar isoflavon. Untuk memperbaiki kesehatan, konsumsi matriks protein kedelai atau kedelai bentuk utuh lebih menguntungkan dibandingkan dengan konsentrat isoflavon saja.<sup>12</sup> Meskipun peran komponen kedelai secara individu terhadap lemak tidak sepenuhnya dimengerti, tetapi diperkirakan kedelai melalui protein dan isoflavonnya dapat mempengaruhi metabolisme hepatic dari kolesterol atau lipoprotein<sup>12</sup> atau pengaturan reseptor LDL.<sup>7</sup> Selain itu juga melalui aktivitas estrogenik dan antioksidan karena, secara struktur, isoflavon mirip dengan *17 $\beta$ -estradiol*.<sup>13</sup>

Tempe merupakan produk olahan kedelai melalui proses fermentasi dengan penambahan *Rhizopus oligosporus*; dikenal sebagai makanan yang sangat populer di Indonesia. Tempe dikonsumsi oleh lebih dari separuh penduduk di Indonesia dan menjadi lauk yang sering dikonsumsi, khususnya pada masyarakat kelas menengah ke bawah. Selain itu tempe juga mudah diproduksi, harga relatif terjangkau, tersedia di pasar, dan mudah dimasak.

Proses fermentasi kedelai menjadi tempe menyebabkan peningkatan isoflavon total sehingga diperkirakan fungsi tempe sebagai makanan fungsional, khususnya efek hipokolesterolemia dan antioksidan, jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai.<sup>11</sup> Namun, isoflavon bersifat rentan terhadap proses pengolahan dan suhu selama pemasakan. Dengan pengolahan yang tepat, baik pengolahan kedelai menjadi tempe, maupun pengolahan tempe menjadi makanan, diharapkan diperoleh kadar isoflavon tempe yang maksimal sehingga dapat meningkatkan potensinya bagi kesehatan, khususnya sebagai pencegah PJK.

## METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan adalah tempe mentah dan tempe kukus (dikukus 10 menit). Tempe mentah berasal dari dua produsen tempe yang berbeda proses pengolahannya dan dianalisis kadar isoflavonnya untuk dibandingkan. Tempe yang mengandung isoflavon lebih tinggi selanjutnya dikukus dan dilihat kembali isoflavonnya untuk mengetahui perubahan kadar isoflavon.

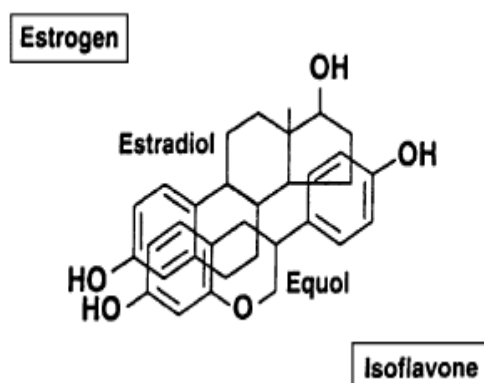
### Cara Kerja

Kandungan isoflavon tempe dianalisis di Laboratorium Bioprospeksi Pusat Penelitian Biologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). Alat yang digunakan untuk analisis adalah HPLC. Prinsip prosedur analisis adalah: bahan diekstrak pada suhu 65°C selama 2 jam dengan alkohol/metanol 80 persen dan dilakukan penyabunan pada temperatur ruang dengan NaOH<sub>2</sub>N selama 10 menit, kemudian reaksi penyabunan dihentikan dengan penambahan asam asetat glasial. Lalu hasil ekstrak disaring, diencerkan dan dipusingkan. Selanjutnya bahan dianalisis dengan HPLC pada kolom C18 dengan fase gerak metanol air dan asam asetat, lalu bahan dibaca pada panjang gelombang 260 nm.<sup>11</sup>

## HASIL

### Isoflavon

Isoflavon merupakan komponen non-gizi pada tanaman dengan struktur kimia yang sangat mirip estrogen.<sup>6,10</sup>



**Gambar 1**  
**Perbandingan Struktur Kimia Estrogen dan Isoflavon<sup>1</sup>**

Kedelai adalah sumber terbesar isoflavon, sedangkan tempe merupakan produk olahan kedelai melalui proses fermentasi dengan penambahan *Rhizopus oligosporus*. Selama proses pembuatan tempe terjadi dua kali fermentasi, yaitu saat perendaman dan saat peragian. Fermentasi akan mengubah sebagian besar glukosida dalam kedelai menjadi aglikon (*aglycone*) yang lebih mudah diserap oleh tubuh. Tinggi rendahnya kisaran hasil isoflavon disebabkan karena berbagai faktor seperti: varietas kedelai, tahap kematangan kedelai, iklim dan suhu tempat tumbuh kedelai, kondisi tanah, cara bertanam, cara pengolahan tempe dan prosedur pemeriksaan isoflavon.<sup>11</sup>

### Perebusan Kedelai

Dari dua tempat pembuatan tempe yang dikunjungi, keduanya melakukan tahap pembuatan tempe yang berbeda. Produsen pertama merebus kedelai sebanyak satu kali, yaitu di awal proses pembuatan (sebelum pengupasan), sedangkan produsen kedua merebus kedelai sebanyak dua kali, yaitu di awal (sebelum pengupasan) dan pertengahan proses (setelah pengupasan). Untuk lebih jelasnya, perbedaan metode produksi tempe dan kadar isoflavon dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1**  
**Variasi Produksi Tempe dan Kadar Isoflavon<sup>22</sup>**

Tahap	Metode Produksi Tempe	
	I	II
1	Pencucian	<b>Perebusan</b>
2	<b>Perebusan</b>	Perendaman
3	Perendaman	Pengupasan
4	Pencucian	Pencucian
5	Pengupasan	<b>Perebusan</b>
6	Pengeringan	Pendinginan
7	Peragian	Pembersihan
8	Pembungkusan	Peragian
9	Fermentasi	Pembungkusan
10		Fermentasi
Isoflavon	19,4 mg	28,6 mg

Hasil analisis isoflavin menunjukkan bahwa proses pembuatan tempe dengan dua kali perebusan kedelai menghasilkan peningkatan isoflavin sebesar 9,2 mg atau 47,4 persen lebih besar dibandingkan dengan sekali perebusan.

### Pemasakan Tempe

Metode pemasakan akan menurunkan kadar isoflavin tempe

dibandingkan dengan tempe mentah. Tabel 2 menunjukkan beberapa metode pemasakan tempe, yaitu pengukusan (selama 10 menit), perebusan dan penggorengan. Terlihat bahwa isoflavin tempe kukus mengalami penurunan terkecil (13,3%) dibandingkan dengan metode pemasakan lain yang dilakukan oleh peneliti terdahulu, yaitu dengan menggoreng dan merebus.

**Tabel 2**  
**Persentase Perubahan Isoflavin Setelah Pemasakan (100 g bahan basah)**

Jenis Pemasakan	% Penurunan Isoflavin Setelah Pemasakan
Tempeh Kukus <sup>(22)</sup>	13,30
Tempe Rebus <sup>(18)</sup>	18,20
Tempe Goreng <sup>(18)</sup>	39,15

## BAHASAN

Pada dasarnya setiap produsen mempunyai cara pengolahan yang berbeda meskipun mempunyai prinsip dasar yang sama, yaitu persiapan dan fermentasi.<sup>14</sup> Modifikasi yang dilakukan adalah lama perendaman, frekuensi perebusan, lama perebusan, penambahan cuka, penggilingan, pemakaian kembali kulit ari kedelai, jenis inokulum, lama fermentasi, tipe pengemasan.

Perebusan pertama bertujuan agar kedelai dapat menyerap air sebanyak mungkin, sehingga membuatnya lebih lunak dan memudahkan proses fermentasi di tahap awal. Tanpa perebusan di tahap awal, waktu perendaman yang dibutuhkan lebih lama, dan akan muncul bau asam.<sup>15</sup> Proses perebusan yang kedua diperlukan untuk memastikan bahwa kedelai dalam keadaan benar-benar matang dan untuk membunuh bakteri bersifat kontaminan yang hidup dan berkembang biak selama perendaman, yang mengakibatkan timbulnya bakteri dan lendir sehingga akan menghalangi proses fermentasi tahap akhir. Proses perebusan kedua tersebut banyak dilewatkan oleh produsen tempe.

Selain membuat lunak, perebusan juga memudahkan proses pengupasan kulit ari kedelai sehingga asam laktat bisa masuk lebih mudah ke dalam biji kedelai dan miselium tumbuh selama fermentasi.<sup>15</sup> Kedelai dengan dua kali perebusan akan lebih bersih, rasa tidak asam dan lebih

lama daya-tahan simpan tempennya. Umumnya, produsen tempe hanya melakukan satu kali perebusan kedelai dengan alasan ekonomi, yaitu untuk penghematan bahan bakar.

Proses fermentasi menyebabkan peningkatan isoflavin total, sehingga kadar isoflavin tempe jauh lebih tinggi dibandingkan dengan kedelai.<sup>11</sup> Pemanasan kedelai sebelum diolah menjadi tempe memberi efek penetrasi ke daging biji kedelai sehingga enzim  $\alpha$ -glukosidase tumbuh subur dan membantu perubahan isoflavin terikat (glukosida) menjadi isoflavin tidak terikat (aglikon).<sup>16</sup> Oleh sebab itu isoflavin yang dominan pada tempe adalah aglikon, sedangkan produk olahan kedelai yang tidak difermentasi lebih dominan glukosida. Sebagian besar absorpsi isoflavin adalah dalam bentuk aglikon, dengan tingkat absorpsi sebesar 20 hingga 55 persen. Dibandingkan dengan bentuk isoflavin glukosida, bentuk aglikon mempunyai manfaat kesehatan yang jauh lebih besar.

Isoflavin relatif rentan terhadap panas tinggi.<sup>17</sup> Kandungan isoflavin akan semakin turun dengan peningkatan proses pemasakan karena terjadi kerusakan atau pemindahan isoflavin dari bahan dasar.<sup>21</sup> Oleh sebab itu dibutuhkan pemasakan tempe yang tepat agar meminimalkan kehilangan isoflavin sehingga diperoleh manfaat kesehatan yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses

pengukusan menurunkan isoflavon terkecil (13,3%) dibandingkan dengan penggorengan (39,15%) dan perebusan (18,2%).<sup>18</sup>

### Manfaat Isoflavon

Hasil meta-analisis terbaru – 133 penelitian efek flavonoid terhadap faktor risiko PJK – mengonfirmasi efek berbagai kelas dalam flavonoid, termasuk isoflavon. Hasil untuk produk kedelai secara sistematis menguatkan berbagai meta-analisis sebelumnya bahwa terdapat efek kedelai dan isoflavon terhadap faktor risiko PJK, yaitu menurunkan kolesterol LDL, tetapi tidak berefek terhadap kenaikan kolesterol HDL. Produk kedelai diperkirakan dapat menurunkan 3 persen dari semua kasus kematian dan 6 persen dari kematian karena PJK.<sup>19</sup>

Konsentrasi isoflavon dalam tubuh sangat bervariasi dan individual serta dikontrol oleh banyak faktor sehingga sulit untuk menentukan dosis ideal konsumsi isoflavon. Beberapa penelitian merekomendasikan konsumsi isoflavon sebesar 30-100 mg per hari.<sup>20</sup> Sementara itu berbagai hasil meta-analisis lain menyatakan bahwa isoflavon akan berperan dalam menurunkan kadar lipid darah jika diberikan minimal 35 mg/hari atau kira-kira 3 potong tempe ukuran sedang.

### KESIMPULAN

Hasil analisis isoflavon pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa:

1. Perebusan kedelai sebanyak dua kali saat proses pembuatan tempe menghasilkan isoflavon 47,4 persen lebih tinggi dibandingkan dengan sekali perebusan.
2. Pengukusan tempe menurunkan isoflavon paling rendah (13,3%) dibandingkan dengan proses pemasakan lainnya, seperti digoreng atau direbus.

### SARAN

1. Bagi lembaga terkait sebaiknya secara rutin membina produsen tempe agar melakukan proses pembuatan tempe yang baik, di antaranya dengan perebusan kedelai sebanyak dua kali untuk menghasilkan isoflavon yang maksimal.

2. Bagi konsumen sebaiknya mengolah tempe dengan cara mengukus dan menghindari proses penggorengan.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Rasa terima kasih kami sampaikan kepada seluruh pihak yang turut membantu terlaksananya penelitian ini. Penghargaan kami sampaikan kepada Laboratorium Bioprospeksi Pusat Penelitian Biologi LIPI selaku laboratorium analisis isoflavon dan kepada Dr. Mien Karmini atas masukan khususnya dalam proses pembuatan tempe.

### RUJUKAN

1. Antonella D, Hollenbeck CB, Bruce B. The effects of soy-derived phytoestrogens on serum lipids and lipoproteins in moderately hypercholesterolemic postmenopausal women. *J Clin Endocrinol Metab* 2002; 87(1): 118-21.
2. Cuevas AM, Iribarra VL, Castillo OA, Yanez MD, Germain AM. Isolated soy protein improves endothelial function in postmenopausal hypercholesterolemic women. *Eur J Clin Nutr* 2003; 57(8): 889-94.
3. Schlenker ED, Long S, Williams SR. *Essentials of Nutrition & Diet therapy*. Ninth Edition. St. Louis: Elsevier Mosby, 2007.
4. Erdman Jr JW, Badger TM, Lampe JW, Setchell KDR, Messina M. Not all soy products are created equal: caution needed in interpretation of research results. *J Nutr* 2004; 134(5): 1229S-33S.
5. Djanuardi B, Silitonga C. "Pattern of tempe consumption." In: Agranoff J, editor. *The Complete Handbook of Tempe: The Unique Fermented Soyfood of Indonesia*. Singapore: The American Soybean Association, 1999.
6. Rimbach G, Boesch-Saadatmandi C, Frank J, Fuchs D, Wenzel U, Daniel H, et al. Dietary isoflavones in the prevention of cardiovascular disease – a molecular perspective. *Food Chem Toxicol* 2008; 46(4): 1308-19.
7. Anderson JW, Johnstone BM, Cook-Newell ME. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *New Engl J Med* 1995; 333: 276-82.

8. Lichtenstein AH. Soy protein, isoflavones and cardiovascular disease risk. *J Nutr* 1998; 128(10): 1589-92.
9. Clarkson TB. Soy, soy phytoestrogens and cardiovascular disease. *J Nutr* 2002; 132: 566S-69S.
10. Setchell KDR, Adlercreuts H. "Mammalian lignans and phytoestrogens: Recent studies on their formation, metabolism and biological role in health and disease." In: IR Rowland, editor. *Role of the Gut Flora in Toxicity and Cancer*. London: Academic Press, 1998: pp. 315-45.
11. Wang H, Murphy PA. Isoflavone content in commercial soybean foods. *J Agric Food Chem* 1994; 42: 1666-73.
12. Potter SM. Overview of proposed mechanisms for the hypocholesterolemic effect of soy. *J Nutr* 1995; 125(3 suppl): 606S-11S.
13. Tham D, Gardner C, Haskell W. Potential health benefits of dietary phytoestrogens: a review of the clinical, epidemiological, and mechanistic evidence. *J Clin Endocrinol Metab* 1998; 83: 2223-35.
14. Astuti M. "Superoxide dismutase in tempe: an antioxidant enzyme, and its implication on health and disease." In: *Proceedings International Tempe Symposium July 13-15 1997*. Reinventing the Hidden Miracle of Tempe. Jakarta: Indonesian Tempe Foundation, 1997.
15. Hermana, Karmini M. "The development of tempe technology." In: Agranoff J, editor. *The Complete Handbook of Tempe: The Unique Fermented Soyfood of Indonesia*. Singapore: The American Soybean Association, 1999: p.80-92.
16. Pawiroharsono S. "Microbiological aspects of tempe." In: Agranoff J, editor. *The Complete Handbook of Tempe: The Unique Fermented Soy Food of Indonesia*. Singapore: The American Soybean Association, 1999.
17. Tsukamoto C, Shimada S, Igata K, Kudou S, Kokubun M, Okubo K, et al. Factors affecting isoflavone content in soybean seed: changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. *J Agric Food Chem*, 1995; 43: 1184-92.
18. Suarsana IN. Aktivitas hipoglikemik dan antioksidatif ekstrak metanol tempe pada tikus diabetes. *Disertasi*. Bogor: Program Studi Sains Veteriner Sekolah Pascasarjana IPB, 2009.
19. Hopper L, Kroon PA, Rimm EB, Cohn JS, Harvey I, Cornu KAL, et al. Flavonoids, flavonoid-rich foods, and cardiovascular risk: a Meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Clin Nutr* 2008; 88(1): 38-50.
20. Messina M, Messina V. Soy protein and isoflavone intakes for healthy adults: rationale. *Nutr Today* 2003; 38: 100-9.
21. Dewell A, Hollenbeck PLW, Hollenbeck CB. A critical evaluation of the role of soy protein and isoflavone supplementation in the control of plasma cholesterol concentrations. *J Clin Endocrinol Metab* 2006; 91(3): 772-80.
22. Utari DM. Hasil analisis zat gizi dan non-gizi tempe. *Tidak dipublikasi*. Bogor: Departemen GM FEMA IPB, 2009.