

## SIFAT FISIKOKIMIA DAN KANDUNGAN SERAT PANGAN GALUR-GALUR HARAPAN KEDELAI

Ratnaningsih<sup>1</sup>, Erliana Ginting<sup>2</sup>, M. Muchlish Adie<sup>2</sup> dan Didik Harnowo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian, Jl. Tentara Pelajar no. 12 Cimanggu, Bogor 16114 Indonesia, Tel. (0251) 8321762, Fax. (0251) 8350920

<sup>2</sup>Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Jl. Raya Kendalpayak km. 8, Kotak Pos 66, Malang 65101 – Indonesia, Tel. (0341) 801468, Fax. (0341) 801496  
e-mail : ratnaningsih@pertanian.go.id

(Diterima 28-09-2016, Disetujui 10-04-2017)

### ABSTRAK

Informasi sifat fisiko-kimia biji kedelai diperlukan sebagai data dukung dalam deskripsi varietas unggul untuk melengkapi keunggulan varietas yang dilepas disamping keunggulan agronomisnya. Penelitian ini mengidentifikasi sifat fisiko-kimia dan kandungan serat pangan biji dari sepuluh galur harapan kedelai. Varietas unggul Anjasmoro dan Wilis yang banyak ditanam masyarakat digunakan sebagai pembanding. Biji kedelai kering selanjutnya dianalisis sifat fisik (dimensi biji, warna, bobot 100 biji, densitas kamba), kimia (proksimat), dan kandungan serat pangannya. Enam galur kedelai memiliki diameter ekuivalen lebih besar dari varietas pembanding. Galur G 511 H/Anjasmoro-1-6 memiliki ukuran biji terbesar (17,84 g/100 biji), lebih besar daripada varietas pembanding Anjasmoro. Kesepuluh galur kedelai berwarna kuning hingga kuning kehijauan dengan °Hue 125,76 – 130,98° dan nilai Chroma 23,59 – 28,38 dengan kadar air berkisar 6,74 – 8,95%, kadar abu 5,53 – 5,98% bk, protein 36,44 – 40,55% bk, dan lemak 17,52 – 21,80% bk. Tiga galur kedelai yang kadar proteinnya  $\geq 40\%$  bk, yakni G 511 H/Argom//Argom-2-1, K X IAC 100 – 1004, dan K X IAC 100 – 997, sesuai untuk bahan baku tahu dan isolat protein. Kandungan total serat biji kedelai berkisar antara 5,56 – 8,58% dengan serat pangan larut 1,52 – 3,28% dan serat pangan tak larut 3,58 – 6,09%. G 511 H/Anjasmoro-1-2 merupakan galur harapan yang direkomendasikan untuk dilepas sebagai sumber serat pangan.

Kata kunci: kedelai, galur harapan, sifat fisik, sifat kimia, serat pangan.

### ABSTRACT

Ratnaningsih, Erliana Ginting, Didik Harnowo and M. Muchlis Adie. 2017. Physico-chemical properties and dietary fiber content of selected soybean promising lines.

Physicochemical properties of soybean seeds are needed as supporting data in descriptions of superior varieties to complement the benefits of released varieties in addition to their agronomic advantages. This study was aimed to identify the physicochemical properties and fiber content of the ten soybean promising lines. The superior varieties, Anjasmoro and Wilis, which are widely planted by the community were used as a comparison. Dry soybean seeds were analyzed for physical properties (dimension of seeds, color, weight of 100 seeds, density), chemical (proximate), and dietary fiber. Six soybean promising lines showed greater diameter equivalent than the comparison varieties. The G 511 H/Anjasmoro-1-6 promising line had the largest seed size (17.84 g/100 seeds), larger than Anjasmoro variety. Ten soybean promising lines indicated yellow to greenish-yellow seed color in which °Hue ranged from 125.76 to 130.98° and Chroma ranged from 23.59 to 28.38 with moisture content ranged from 6.74 – 8.95%, ash content 5.53 – 5.98% db, protein 36.44 – 40.55% db, and fat 17.52 – 21.80% db. Three soybean promising lines with  $\geq 40\%$  db of protein content, i.e. G 511 H/Argom//Argom-2-1, K X IAC 100 – 1004, and K X IAC 100 – 997, were suitable for both tofu and protein isolates. The total fiber content of soybean ranged from 5.56 – 8.58% with soluble fiber 1.52 – 3.28% and insoluble fiber 3.58 – 6.09%. G 511 H/Anjasmoro-1-2 was the recommended promising line to be released as a source of dietary fiber.

Keywords: soybean, promising lines, physical properties, chemical properties, dietary fiber.

## PENDAHULUAN

Kedelai merupakan komoditas penting yang digunakan sebagai sumber pangan, pakan, maupun sebagai bahan baku industri<sup>1</sup>. Berbagai produk olahan kedelai, diantaranya: tempe<sup>2</sup>, tahu<sup>2,3</sup>, kecap<sup>4</sup>, tauco, susu kedelai dan tauge, merupakan sumber protein nabati yang relatif murah harganya. Tempe dan tahu mendominasi pemanfaatan kedelai untuk bahan pangan sebesar 70% dan sisanya untuk produk olahan lain<sup>5</sup>. Selain sebagai sumber protein, kedelai juga termasuk kategori pangan fungsional karena kandungan isoflavonnya yang bermanfaat bagi kesehatan, di antaranya berfungsi sebagai antioksidan<sup>6,7</sup> dan penangkap radikal bebas<sup>8</sup>.

Kedelai juga merupakan sumber serat pangan (*dietary fiber*) sebagai bagian dari pangan fungsional karena berperan dalam mempertahankan kesehatan saluran pencernaan<sup>9,10</sup>. Serat pangan didefinisikan sebagai bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan, meliputi hemiselulosa, selulosa, lignin, oligosakarida, pektin, gum, dan lapisan lilin<sup>11</sup>. Serat pangan terdiri atas serat pangan tak larut (*insoluble dietary fibre*) dan serat pangan larut (*soluble dietary fiber*)<sup>12</sup>. Jumlah asupan serat pangan yang dianjurkan untuk orang dewasa adalah 20 – 35 g/hari atau 10 – 15 g/1.000 kkal menu<sup>13</sup>. Kandungan serat pangan kedelai dilaporkan bagus sebagai pengontrol berat badan, pencegah timbulnya penyakit degeneratif, seperti diabetes tipe-2, jantung koroner, dan hipertensi<sup>14</sup> serta apendikitis, divertikulosis dan kanker kolon<sup>19</sup>. Konsumsi minuman yang mengandung tepung kedelai kaya isoflavon dan serat pangan larut air selama 2 bulan dilaporkan dapat menurunkan kadar total kolesterol, HDL, LDL dan trigliserida<sup>15</sup>.

Nilai strategis kedelai menyebabkan rata-rata kebutuhannya meningkat setiap tahun dan mencapai 2,2 juta ton pada tahun 2014<sup>17</sup>. Sementara total produksi kedelai dalam negeri hanya 954 ribu ton (40,06%)<sup>16</sup>, sehingga sisanya harus dipenuhi dari impor. Guna mendukung peningkatan produksi kedelai, diperlukan varietas unggul berpotensi hasil tinggi  $\geq 2$  t/ha<sup>18</sup>, dan sesuai karakteristik bijinya untuk bahan baku industri pangan, terutama tempe, tahu, dan kecap. Sejauh ini, Badan Litbang Pertanian telah melepas lebih dari 37 varietas unggul kedelai, diantaranya: Wilis, Bromo, Anjasmoro, Gema dan Dering 1 (kedelai kuning); serta Detam 1 dan Detam 2 (kedelai hitam)<sup>18</sup>.

Pelepasan varietas unggul kedelai perlu dilengkapi dengan informasi sifat fisiko-kimianya sebagai data dukung deskripsi varietas yang diusulkan untuk memacu adopsinya oleh petani dan pemanfaatannya oleh pihak industri. Hal ini berkaitan dengan preferensi dan

kriteria tertentu yang dikehendaki oleh pengguna untuk bahan baku pangan karena sifat fisiko-kimia tersebut berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Untuk bahan baku tempe, tahu dan susu kedelai lebih disukai biji yang berwarna kuning, sedangkan biji hitam lebih sesuai untuk bahan baku kecap. Biji berukuran besar ( $>13$  g/100 biji) dilaporkan sesuai untuk bahan baku tempe, sementara untuk bahan baku tahu diperlukan biji kedelai dengan kadar protein tinggi ( $\geq 40\%$  bk)<sup>1</sup>. Demikian pula informasi kandungan serat pangan pada biji kedelai untuk pemanfaatannya sebagai pangan fungsional.

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi sifat fisiko-kimia dan kandungan serat pangan biji kedelai dari sepuluh galur harapan yang ditujukan tahan pecah polong, berbiji besar, berwarna kuning dan memiliki produktivitas  $\geq 2$  t/ha, dengan dua varietas pembanding. Hasil penelitian ini diharapkan menyediakan informasi tentang sifat fisiko-kimia dan kandungan serat pangan galur-galur harapan kedelai, serta kesesuaian pemanfaatannya yang sangat diperlukan dalam pelepasan varietas unggul disamping keunggulan aspek agronomisnya.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Penelitian dilaksanakan di dua lokasi, yaitu Laboratorium BB Pascapanen – Bogor untuk analisa sifat fisik dan kandungan serat pangan biji kedelai dan Laboratorium Kimia Pangan Balitkabi – Malang untuk analisa proksimat biji kedelai. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni – Agustus 2015.

Bahan utama penelitian adalah biji kedelai dari sepuluh galur harapan yang tahan pecah polong dan berbiji besar (G 511 H/Anj//Anj-11-2, G 511 H/Anjasmoro-1-6, G 511 H/Anj//Anj///Anj-7-1, G 511 H/Anjasmoro//Anjasmoro-5-1, G 511 H/Argom// Argom-2-1, G 55 H/Anjasmoro-1-4, G 511 H/Anjasmoro-1-2, IAC 100 X K – 1037, K X IAC 100 – 1004, K X IAC 100 – 997) dan dua varietas pembanding (Anjasmoro dan Wilis). Galur-galur harapan ini merupakan turunan dari IAC 100 (varietas kedelai kaya isoflavon asal Korea Selatan) dan Anjasmoro (varietas unggul Balitbangtan). Kedelai varietas Anjasmoro dan Wilis digunakan sebagai pembanding, mengacu pada preferensi petani di Indonesia untuk menanam keduanya<sup>20</sup>. Biji kedelai ditanam di Kebun Percobaan Muneng, Probolinggo pada MK I tahun 2015 dan dipanen pada umur optimal, yakni 85 – 90 hari setelah tanam. Setelah pemanenan dilakukan pengeringan, pembijian dan sortasi, dan diambil sampel secara random sebanyak tiga kali 0,5 g per sampel.

Sampel kedelai kemudian dianalisis karakteristik bijinya, meliputi sifat fisik, proksimat dan serat pangan. Bahan lain yang dipergunakan adalah bahan kimia untuk uji proksimat dan serat pangan. Peralatan yang digunakan, antara lain: kaliper dengan ketelitian 0,1 mm (dimensi biji), chromameter (warna), literan, timbangan elektrik (densitas dan bobot jenis), peralatan untuk uji proksimat dan serat pangan.

### Metode

Biji kedelai dianalisa sifat fisik (dimensi biji, warna, bobot 100 biji, densitas kamba dan bobot jenis), kandungan proksimat (kadar air, abu, protein, lemak dan karbohidrat)<sup>21</sup>, dan kandungan serat pangannya<sup>22</sup>. Analisis proksimat biji kedelai meliputi kadar air menggunakan metode oven, abu (metode AAS), protein (metode Kjeldhal), lemak (metode Soxlet) dan karbohidrat dengan metode *by different*.

Pengukuran dimensi aksial biji kedelai mengikuti metode Irtwange & Igbeka<sup>23</sup>, berupa pengukuran panjang, lebar dan tebal biji kedelai. Dari dimensi aksial ini dapat dihitung diameter ekuivalen dan kebulatan (*sphericity*), dengan persamaan sebagai berikut:  $Diameter\ ekuivalen = \sqrt[3]{(abc)}$  dan

$Kebulatan = \frac{\sqrt[3]{(abc)}}{a}$ ; dimana: a = panjang (mm), b = lebar (mm), dan c = tebal (mm).

Pengukuran warna biji kedelai menggunakan chromameter untuk mengukur nilai L (kecerahan, 0 = hitam; 100 = putih), a (-a = hijau, +a = merah), dan b (-b = biru, +b = kuning). Nilai a dan b digunakan

untuk menghitung nilai Chroma dan °Hue<sup>24</sup>, dimana

$$Chroma = \sqrt{a^2 + b^2} \text{ dan } °Hue = \arctan \frac{b}{a}$$

Densitas kamba dihitung dengan mengukur massa (g) biji kedelai yang menempati wadah bejana 500 ml, massa (g)/volume (500 ml). Bobot jenis (g/ml) dihitung dengan mengetahui volume air (ml) yang dapat dipindahkan oleh biji kedelai dengan massa tertentu (g), massa (g)/volume (ml). Porositas dihitung menggunakan densitas kamba sebagai bulk density ( $\rho_b$ ) dan bobot jenis sebagai true density ( $\rho_t$ ), sebagai berikut:  $\frac{\rho_t - \rho_b}{\rho_t} \times 100\%$ .

Masing-masing parameter pengamatan diulang sebanyak tiga kali, selanjutnya diuji dengan ANOVA dan uji lanjut Duncan pada taraf  $P < 0,05$  bila terdapat perbedaan antar perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Sifat Fisik Biji Kedelai

#### Dimensi biji

Parameter dimensi biji nyata dipengaruhi oleh galur kedelai. Panjang, lebar dan tebal biji kedelai secara berturut-turut berkisar antara 6,99 – 8,25 mm; 5,66 – 6,80 mm; dan 4,21 – 5,65 mm (Tabel 1). Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan sepuluh varietas kedelai Indonesia yang dilaporkan Yuwono *et al.*<sup>25</sup>; namun selaras dengan dimensi biji galur-galur kedelai hitam dari UNPAD<sup>26</sup>. Diameter ekuivalen berkisar antara 5,50 – 6,64 mm dengan tingkat kebulatan (*sphericity*) 0,79 – 0,87 (Tabel 1). Semakin bulat suatu bijian, maka nilai kebulatannya akan mendekati 1.

Tabel 1. Panjang, lebar, tebal, diameter ekuivalen dan kebulatan biji kedelai.

Table 1. Length, width, thickness, equivalent diameter, and sphericity of soybean seed.

Galur & varietas kedelai	P a n j a n g (mm)	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Diameter ekuivalen (mm)	Kebulatan
<i>Genotypes &amp; varieties of soybeans</i>	<i>Lenght (mm)</i>	<i>Width (mm)</i>	<i>Thickness (mm)</i>	<i>Equivalent diameter (mm)</i>	<i>Sphericity</i>
G 511 H/Anj///Anj-11-2	7,81±0,03ef	6,42±0,04c	4,86±0,06c	6,25±0,03	0,80±0,02
G 511 H/Anjasmoro-1-6	7,79±0,06e	6,68±0,10e	5,24±0,04f	6,48±0,02	0,83±0,04
G 511 H/Anj//Anj///Anj-7-1	7,82±0,05ef	6,52±0,03d	5,27±0,02f	6,45±0,02	0,83±0,01
G 511 /Anj//Anjasmoro-5-1	7,60±0,04d	6,80±0,01f	5,65±0,04h	6,63±0,01	0,87±0,03
G 511 H/Argom//Argom-2-1	8,01±0,08g	6,46±0,02cd	4,92±0,02c	6,34±0,02	0,79±0,01
G 55 H/Anjasmoro-1-4	8,24±0,06h	6,75±0,02ef	5,26±0,05f	6,64±0,03	0,81±0,02
G 511 H/Anjasmoro-1-2	8,25±0,09h	6,79±0,04f	5,13±0,07e	6,60±0,03	0,80±0,02
IAC 100 X K – 1037	6,99±0,04a	5,66±0,03a	4,21±0,08a	5,50±0,04	0,79±0,04
K X IAC 100 – 1004	7,13±0,14b	5,77±0,11b	4,31±0,04b	5,62±0,09	0,79±0,03
K X IAC 100 – 997	7,43±0,06c	6,44±0,05cd	5,50±0,08g	6,41±0,05	0,86±0,05
Anjasmoro	7,92±0,02fg	6,50±0,03cd	5,02±0,01d	6,37±0,01	0,80±0,01
Wilis	7,15±0,02b	5,84±0,05b	4,39±0,02d	5,68±0,01	0,79±0,03

Keterangan/Remarks : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan ( $P < 0,05$ )/Mean value with the same letters in the same column are not significantly different at 5% by Duncan test.

Galur IAC 100 XK – 1037 memiliki dimensi biji terkecil, lebih kecil daripada varietas pembanding Wilis; sehingga nilai diameter ekuivalennya juga terkecil (5,50 mm). Galur G 55 H/Anjasmoro-1-4 dan G 511 H/Anjasmoro-1-2 berukuran biji paling panjang (8,25 mm), lebih panjang dari Anjasmoro (7,92 mm); sedangkan galur G 511/Anjasmoro//Anjasmoro-5-1 memiliki biji paling lebar dan paling tebal, yakni berturut-turut 6,80 mm dan 5,65 mm yang nilainya lebih besar dibandingkan Anjasmoro. Perbedaan nilai dimensi dan kebulatan biji dipengaruhi oleh faktor genetik masing-masing galur dan kondisi pertanaman kedelai.

Dari sepuluh galur, terdapat tiga galur harapan dengan dimensi biji lebih besar dari galur-galur lainnya, yakni G 511 H/Anjasmoro-1-2, G 511/Anjasmoro//Anjasmoro-5-1, dan G 55 H/Anjasmoro-1-4. Ketiga galur ini memiliki diameter ekuivalen berturut-turut 6,60 mm; 6,63 mm dan 6,64 mm; yang lebih besar dari varietas pembanding, Anjasmoro (6,37 mm) dan Wilis (5,68 mm). Mengacu laporan Krisdiana<sup>20</sup>, maka ketiga galur ini berpotensi untuk disukai petani karena berbentuk bulat dan mempunyai ukuran biji besar. Pengrajin tempe lebih menyukai kedelai berbiji besar<sup>27</sup>, dihubungkan dengan rendemen tempe yang dihasilkan. Kedelai nasional berbiji besar, seperti Grobogan<sup>28</sup>, Anjasmoro<sup>28</sup>, Argomulyo<sup>28</sup>, Burangrang<sup>29</sup> dan Bromo<sup>29</sup> menghasilkan tempe dengan rendemen antara 148,4 – 156,1% dengan aktivitas antioksidan berkisar antara 186 – 191 mg AEAC/kg, yang tidak berbeda nyata dengan tempe dari kedelai impor. Warna, tekstur, aroma, rasa dan penerimaan secara umum juga tidak berbeda nyata dengan tempe dari kedelai impor<sup>28</sup>. Menurut Tastra<sup>29</sup>, pengrajin tempe dan tahu lebih memilih menggunakan kedelai impor

daripada kedelai nasional karena ketersediaannya yang lebih lumintu dan harganya jauh lebih murah di pasaran.

Informasi dimensi biji juga diperlukan dalam kegiatan evaluasi kemurnian benih, separasi, *grading* dan perancangan ruang penyimpanan benih<sup>30</sup>. Selain berhubungan dengan tingkat kesukaan konsumen<sup>27</sup>, bentuk bijian berhubungan dengan laju respirasi biji. Bentuk biji ramping umumnya mempunyai laju respirasi yang lebih tinggi dibanding biji berbentuk gemuk. Laju respirasi yang lebih tinggi berpotensi lebih cepat mendegradasi kualitas bijian/benih selama penyimpanan.

**Warna biji**

Uji warna pada sepuluh galur biji kedelai menghasilkan nilai kecerahan L\* antara 67,77 – 73,06; a\* antara 1,89 – 3,8; dan b\* antara 23,28 – 28,14. Nilai L\* menggambarkan tingkat kecerahan, +a\* menggambarkan tingkat kemerahan, dan +b\* menggambarkan tingkat kekuningan. Nilai L\* dan b\* biji kedelai ini lebih besar daripada yang dilaporkan Yuwono et al.<sup>25</sup> pada sepuluh varietas kedelai dan kedelai impor; sedangkan nilai a\* lebih kecil (masing-masing 13,57 – 17,43 dan 13,07)<sup>25</sup>.

Nilai °Hue menunjukkan derajat warna berdasarkan besar sudut dari diagram warna versi Munsell. Biji dari sepuluh galur kedelai memiliki nilai °Hue 125,76 – 130,98° (Tabel 2). Nilai ini menunjukkan bahwa biji kedelai berwarna kuning (90°) hingga kuning kehijauan (135°). Sementara nilai Chroma menunjukkan tingkat kekuatan/intensitas warna. Semakin besar nilai Chroma, maka semakin besar intensitas warnanya. Biji kedelai yang diamati memiliki nilai Chroma antara 23,59 – 28,38. Kombinasi °Hue dan Chroma menunjukkan warna biji kedelai dengan intensitas warnanya.

Tabel 2. Nilai L, a, b, °Hue, dan Chroma biji kedelai.

Table 2. L, a, b, °Hue, and Chroma values of soybean seeds.

Galur & varietas kedelai	L*	a*	b*	°Hue	Chroma
<i>Genotypes &amp; varieties of soybeans</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>	<i>°Hue</i>	<i>Chroma</i>
G 511 H/Anj///Anj-11-2	73,01±3,28	3,18±0,47cd	24,93±0,90abc	127,77±1,20ab	25,14±0,88abc
G 511 H/Anjasmoro-1-6	71,77±2,21	3,02±0,52c	24,09±1,98ab	127,84±1,63ab	24,29±1,93ab
G 511 H/Anj///Anj///Anj-7-1	70,72±1,83	3,29±0,22cd	25,47±3,65abc	127,54±1,56ab	25,69±3,59abcd
G 511 /Anj//Anjasmoro-5-1	67,77±2,66	1,99±0,50a	28,14±0,88c	130,98±1,04c	28,22±0,87cd
G 511 H/Argom//Argom-2-1	70,70±3,10	2,92±0,77c	24,93±0,10abc	128,36±1,76b	25,11±0,08abc
G 55 H/Anjasmoro-1-4	73,06±1,67	2,55±0,15abc	27,29±1,59bc	129,69±0,56bc	27,41±1,58bcd
G 511 H/Anjasmoro-1-2	72,24±3,50	1,89±0,29a	25,87±0,71abc	130,85±0,69c	25,95±0,69abcd
IAC 100 X K – 1037	71,57±1,55	2,82±0,20bc	26,31±0,65abc	128,92±0,57bc	26,46±0,63abcd
K X IAC 100 – 1004	70,90±4,20	2,80±0,57bc	28,23±2,20c	129,32±1,49bc	28,38±2,14d
K X IAC 100 – 997	70,86±2,21	3,80±0,02d	23,28±0,91a	125,76±0,38a	23,59±0,90a
Anjasmoro	72,05±3,44	2,85±0,38bc	23,81±1,57a	128,17±1,21b	23,99±1,54a
Wilis	72,64±1,51	2,10±0,37ab	27,59±2,14c	130,65±0,90c	27,67±2,12cd

Keterangan/Remarks : Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan (P<0,05)/Mean value with the same letters in the same column are not significantly different at 5% by Duncan test.

Informasi warna biji kedelai berguna pada kegiatan pemurnian varietas. Selain itu, warna biji merupakan parameter penting dalam menentukan preferensi konsumen terhadap kedelai yang diinginkan<sup>27</sup>. Petani lebih suka menanam kedelai yang berbiji besar dan berkulit kuning, karena kedelai hasil panen lebih cepat laku di pasaran<sup>20</sup>. Sedangkan pengrajin tahu lebih menyukai kedelai berwarna kuning sebagai bahan baku, karena akan menghasilkan warna tahu yang lebih cerah<sup>27</sup>.

#### **Bobot 100 biji, densitas kamba, bobot jenis dan porositas**

Ukuran biji (bobot 100 biji) kedelai yang diuji berbeda nyata antar galur, yaitu berkisar antara 9,53 – 17,84 g/100 biji, dengan nilai tertinggi (17,84 g) pada galur G 511 H/Anjasmoro-1-6, dan nilai terendah (9,53 g) untuk galur IAC 100 XK – 1037 yang tak berbeda nyata dengan KX IAC 100 – 1004. Nilai ini selaras dengan bobot 100 biji dari beberapa galur kedelai dan varietas kedelai nasional maupun impor<sup>4, 24, 25, 26</sup>.

Ukuran biji digolongkan dalam tiga kelompok, yaitu ukuran biji kecil (bobot <10 g/100 biji); sedang (bobot 10 – 14 g/100 biji); dan besar (>14 g/100 biji)<sup>31</sup>. Dari kesepuluh galur kedelai yang diuji, dua galur tergolong dalam kedelai berbiji kecil yaitu IAC 100 XK – 1037 dan KX IAC 100 – 1004, sedang delapan galur yang lain

tergolong kedelai berbiji besar. Dua varietas pembanding, yakni Anjasmoro tergolong berbiji besar dan Wilis berbiji sedang. Ukuran biji kedelai merupakan faktor penentu kualitas tempe karena ukuran biji berkorelasi positif dengan bobot dan volume tempe yang dihasilkan. Pengrajin tempe juga menghendaki biji kedelai yang berukuran besar<sup>1</sup>.

Densitas kamba dan bobot jenis dari biji kedelai nyata dipengaruhi oleh galur kedelai. Densitas kamba biji kedelai berkisar antara 0,714 – 0,762 g/ml dengan nilai tertinggi (0,762 g/ml) pada galur G 511 H/Argom//Argom-2-1, dan terendah (0,714 g/ml) pada varietas pembanding Wilis. Bobot jenis biji kedelai berkisar antara 1,109 – 1,195 g/ml dengan nilai tertinggi (1,195 g/ml) pada galur G 55 H/Anjasmoro-1-4 dan terendah (1,109 g/ml) pada galur KX IAC 100 – 1004. Menurut Prastiwi dalam Ginting<sup>30</sup> perbedaan nilai densitas kamba dan bobot jenis biji kedelai dipengaruhi oleh bobot dan volume biji tiap galur kedelai. Nilai densitas kamba dan bobot jenis biji kedelai merupakan parameter yang diperlukan dalam perancangan mesin penanam, sortasi, dan optimasi proses pengeringan biji kedelai<sup>30</sup>.

Tabel 3. Bobot 100 biji, densitas kamba, bobot jenis dan porositas biji kedelai.

Table 3. 100 seeds weight, bulk density, true density and porosity of soybean seeds.

Galur & varietas kedelai	Bobot 100 biji (g)	D e n s i t a s kamba (g/ml)	Bobot jenis (g/ml)	Porositas (%)
<i>Genotypes &amp; varieties of soybeans</i>	<i>100 seeds weight (g)</i>	<i>Bulk density (g/ml)</i>	<i>True density (g/ml)</i>	<i>Porosity (%)</i>
G 511 H/Anj///Anj-11-2	14,91±0,28cd	0,74±0,02bc	1,16±0,03ab	36,36±1,70abc
G 511 H/Anjasmoro-1-6	17,84±0,38g	0,75±0,01cd	1,15±0,01ab	35,11±0,70a
G 511 H/Anj//Anj///Anj-7-1	15,61±0,33ef	0,75±0,03de	1,20±0,05bcd	36,86±2,95abc
G 511 /Anjasmoro//Anjasmoro-5-1	16,05±0,36f	0,73±0,02bc	1,16±0,03ab	36,84±0,92abc
G 511 H/Argom//Argom-2-1	14,64±0,15c	0,76±0,02e	1,18±0,03bc	35,44±1,60ab
G 55 H/Anjasmoro-1-4	15,85±0,30ef	0,74±0,01bc	1,22±0,04cd	39,77±1,89cd
G 511 H/Anjasmoro-1-2	15,92±0,40f	0,73±0,04bc	1,15±0,03ab	36,44±1,85abc
IAC 100 X K – 1037	9,53±0,42a	0,73±0,03bc	1,19±0,03bcd	38,58±2,06bcd
K X IAC 100 – 1004	9,77±0,09a	0,73±0,01bc	1,11±0,02a	33,78±1,48a
K X IAC 100 – 997	16,04±0,26f	0,73±0,02b	1,24±0,04d	41,32±2,37d
Anjasmoro	15,35±0,16de	0,74±0,01bcd	1,16±0,02ab	36,13±1,31ab
Wilis	10,73±0,09b	0,71±0,03a	1,17±0,03abc	38,79±1,54bcd

Keterangan/*Remarks* :Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan ( $P < 0,05$ )/*Mean value with the same letters in the same column are not significantly different at 5% by Duncan test.*

Porositas menunjukkan besarnya ruang (*space*) diantara biji kedelai dalam suatu tumpukan, yang nyata dipengaruhi oleh galur kedelai. Porositas kedelai berkisar antara 33,78% – 41,32% dengan nilai tertinggi (41,32%) adalah galur KX IAC 100 – 997 dan nilai terendah (33,78%) adalah galur KX IAC 100 – 1004 yang tidak berbeda nyata dengan G 511 H/Anjasmoro-1-6. Nilai porositas nyata dipengaruhi oleh densitas kamba dan bobot jenis biji kedelai. Prastiwi dalam Ginting<sup>30</sup> melaporkan nilai porositas kedelai meningkat dengan meningkatnya kadar air biji kedelai. Informasi nilai porositas yang berbeda untuk masing-masing galur kedelai berguna dalam perancangan pengemas, ruang penyimpanan dan proses aerasi yang diperlukan oleh biji kedelai selama proses penyimpanan<sup>30</sup>.

### Sifat Kimia Biji Kedelai

Kadar air biji kedelai berkisar antara 6,79 – 8,95%, angka ini termasuk cukup rendah dan telah memenuhi persyaratan mutu SNI biji kedelai, yakni maksimum 13%. Hal ini menunjukkan bahwa penanganan pascapanen telah dilakukan dengan baik, terutama proses pengeringan.

Kadar abu biji kedelai merepresentasikan kandungan mineral biji yang berkisar antara 5,53 – 5,98% bk. Nilai ini relatif sama dengan kadar abu beberapa varietas unggul kedelai, diantaranya Bromo, Burangrang, Anjasmoro,

Grobogan, Kaba, Argomulyo, Gema, dan kedelai impor (5,3 – 5,9% bk)<sup>31</sup>. Menurut Hermana dalam Astawan<sup>28</sup>, kandungan mineral dominan dalam kedelai adalah fosfor (P), kalsium (Ca), dan zat besi (Fe).

Kandungan protein kedelai menggambarkan kandungan senyawa makronutrien yang terkandung dalam biji kedelai. Hasil pengamatan menunjukkan kadar protein kedelai berkisar antara 36,44 – 40,55% bk. Dua belas galur/varietas kedelai ini memiliki kadar protein biji lebih tinggi daripada kedelai impor yang dilaporkan Yuwono et al.<sup>25</sup>, Yulifanti & Ginting<sup>32</sup> dan Ginting et al.<sup>33</sup>. Semakin tinggi kadar protein kedelai menunjukkan semakin berkualitas kedelai tersebut. Dua galur berkadar protein cukup tinggi, >40% bk, yaitu G 511 H/Argom//Argom-2-1 dan KX IAC 100 – 1004. Beberapa kedelai yang dilaporkan berbiji kuning dan memiliki kadar protein tinggi, 41 – 44% bk, diantaranya varietas Tampomas, Kawi, Krakatau, Bromo, Anjasmoro, Grobogan, dan Burangrang; dan mencapai 42 – 45% bk pada varietas unggul kedelai hitam, diantaranya Merapi, Cikuray, Detam 1 dan Detam<sup>32,33</sup>. Namun kadar protein ini bervariasi untuk varietas yang sama pada musim, lokasi dan lingkungan pertanaman yang berbeda. Biji kedelai dengan kadar protein tinggi (>40% bk) sesuai untuk bahan baku tahu, susu kedelai, isolat protein dan kecap<sup>1,4</sup>. Pada tahu, kadar protein dilaporkan berkorelasi positif dengan bobot dan rendemen tahu yang dihasilkan<sup>32</sup>.

Tabel 4. Hasil analisis proksimat biji kedelai.

Table 4. Proximate analysis results of soybean seeds.

Galur & varietas kedelai	Air (%)	Abu (% bk)	Protein (% bk)	Lemak (% bk)	Karbohidrat* (% bk)
<i>Genotypes &amp; varieties of soybeans</i>	<i>Moisture (%)</i>	<i>Ash (% db)</i>	<i>Protein (% db)</i>	<i>Fat (% db)</i>	<i>Carbohydrate* (% db)</i>
G 511 H/Anj///Anj-11-2	8,36b	5,81b	37,57def	19,27	28,99
G 511 H/Anjasmoro-1-6	7,60cd	5,94a	36,77ef	21,02	28,67
G 511 H/Anj//Anj///Anj-7-1	7,51cde	5,64d	38,11cd	18,83	29,91
G 511 /Anjasmoro//Anjasmoro-5-1	7,22ef	5,97a	36,48f	21,80	28,53
G 511 H/Argom//Argom-2-1	7,17f	5,53e	40,55a	18,48	28,27
G 55 H/Anjasmoro-1-4	7,34cdef	5,56e	37,82cde	21,78	27,50
G 511 H/Anjasmoro-1-2	7,33cdef	5,56e	38,58bed	20,29	28,24
IAC 100 X K – 1037	7,11f	5,71c	38,90bc	18,67	29,61
K X IAC 100 – 1004	7,62c	5,74c	40,37a	19,12	27,15
K X IAC 100 – 997	8,95a	5,98a	39,48ab	17,52	28,10
Anjasmoro	7,29def	5,53e	39,57ab	19,69	27,92
Wilis	6,79g	5,69c	39,02bc	19,45	29,05

\*) *by different*, bk = basis kering, db = *dry basis*

Keterangan/Remarks :Nilai yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada uji Duncan (P<0,05)/ *Mean value with the same letters in the same column are not significantly different at 5% by Duncan test.*

Kadar lemak biji kedelai berkisar antara 17,52 – 21,80% bk, selaras dengan yang dilaporkan Astawan<sup>28</sup>. Empat galur memiliki kadar lemak lebih tinggi, tiga galur relatif sama dan tiga galur lainnya lebih rendah daripada dua varietas pembanding. Dua galur yang kadar lemaknya tertinggi, yakni G 511 H/Anjasmoro//Anjasmoro-5-1 dan G 511 H/Anjasmoro-1-4 memiliki kadar lemak relatif sama dengan kedelai impor yang dilaporkan oleh Yuwono *et al.*<sup>25</sup>, Yulifianti & Ginting<sup>32</sup> dan Ginting *et al.*<sup>33</sup>. Lemak kedelai mengandung asam lemak esensial yang cukup, yaitu asam linoleat (Omega 6) dan linolenat (Omega 3).

Analisis karbohidrat dilakukan dengan metode *by different*. Hasil analisis menunjukkan bahwa biji kedelai memiliki kadar karbohidrat berkisar 27,15 – 29,91%. Sebagian besar karbohidrat yang terkandung dalam kedelai berupa karbohidrat kompleks, meliputi sukrosa, pati dan oligosakarida<sup>28</sup>.

**Kandungan Serat Pangan Biji Kedelai**

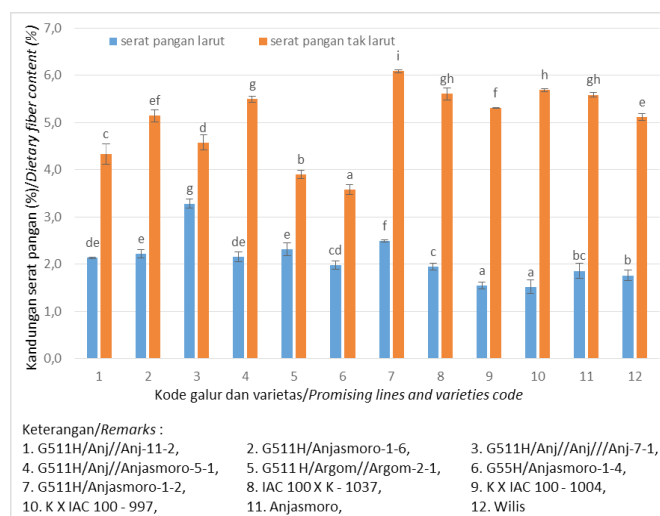
Kandungan serat pangan biji kedelai berbeda nyata antar galur, yang meliputi serat pangan total (5,56 – 8,58%), serat pangan larut (1,52 – 3,28%) dan tak larut (3,58 – 6,09%). Kandungan serat pangan larut terendah (1,52%) terdapat pada dua galur kedelai, KX IAC 100–1004 dan KX IAC 100–997, sedangkan nilai tertinggi (3,28%) pada galur G 511 H/Anj//Anj///Anj-7-1. Untuk kandungan serat pangan tak larut terendah (3,58%) diperlihatkan oleh galur G 55 H/Anjasmoro–1–4, dan tertinggi (6,09%) terdapat pada galur G 511 H/Anjasmoro–1–2. Nilai ini selaras dengan Costa *et al.*<sup>34</sup> dan Winarsi<sup>36</sup> bahwa kandungan serat pangan larut dari beberapa jenis kacang berkisar antara 1,44 – 2,43%; dengan kandungan serat pangan tak larut dilaporkan

lebih tinggi berkisar antara 13,4 – 20,3%. Perbedaan kandungan serat pangan larut dan tak larut dimungkinkan karena faktor genetik biji kedelai, dan perbedaan metode analisa kandungan seratnya.

Serat pangan larut akan memperpanjang waktu pengosongan lambung, meningkatkan waktu transit di usus, mengurangi penyerapan zat gizi dan menghambat fungsi enzim, salah satunya lipase pankreas sehingga menghambat pencernaan lemak<sup>10</sup>. Serat pangan larut terfermentasi di usus besar dan menghasilkan asam lemak rantai pendek, seperti laktat, butirat, asetat, dan propionat<sup>35</sup>. Butirat menjadi sumber energi bagi epitelium kolon dan melindungi kolon dari kanker dan colitis. Serat pangan larut juga menurunkan kolesterol serum dan kadar glukosa postprandial melalui pembentukan lapisan gel viscous yang akan memotong penyerapan glukosa dan kolesterol<sup>12</sup>.

Sebaliknya serat pangan tak larut akan memperpendek waktu transit di usus. Di dalam kolon, air akan terserap oleh serat pangan tak larut sehingga memperbesar volume feses, yang akan merangsang syaraf rektum sehingga timbul proses defikasi<sup>10</sup>. Waktu transit yang pendek akan mempersingkat kontak antara zat-zat iritatif dengan mukosa kolorektal, sehingga mencegah terjadinya penyakit di kolon dan rektum.

Tiga galur kedelai dengan kandungan serat pangan tertinggi sesuai untuk dijadikan sebagai sumber serat pangan, antara lain G 511 H/Anjasmoro–1–2, G 511 H/Anj//Anj///Anj–7–1 dan G 511/Anjasmoro//Anjasmoro–5–1 dengan kandungan serat pangan larut dan tak larut berturut-turut adalah (2,49%; 6,09%), (3,28%; 4,57%), dan (2,16%; 5,49%).



Gambar 1. Kandungan serat pangan biji kedelai dari sepuluh galur harapan dan dua varietas pembanding.  
 Figure 1. Dietary fiber of soybean seeds from ten promising lines and two comparison varieties.

Tabel 5. Koefisien korelasi (r) antara beberapa parameter dengan bobot 100 biji dan densitas kamba.

Table 5. Correlation coefficients (r) between some parameters to 100-seeds weight and true density.

Parameter <i>Parameters</i>	Bobot 100 biji <i>100-seeds weight</i>	Densitas kamba <i>True density</i>
<i>Dimensi biji/dimension of seeds :</i>		
Panjang	0,762**	0,440**
Lebar	0,942**	0,352*
Tebal	0,901**	0,247
Diameter ekuivalent	0,947**	0,359*
Kebulatan	0,592**	- 0,016
<i>Warna biji/seeds color :</i>		
L*	- 0,048	- 0,081
a*	0,123	0,330*
b*	- 0,410*	- 0,390*
Hue	- 0,224	- 0,359*
Chroma	- 0,412*	- 0,388*
<i>Bobot, densitas dan porositas/weight, density and porosity :</i>		
Bobot 100 biji	1	0,363*
Densitas kamba	0,363*	1
Bobot jenis	0,222	- 0,041
Porositas	0,042	- 0,470**
<i>Serat pangan/dietary fiber :</i>		
Total serat	0,101	- 0,057
Serat larut	0,396*	0,514**
Serat tak larut	- 0,140	- 0,378*

Korelasi signifikan pada \* $P < 0,05$  dan \*\* $P < 0,01$ .

*Significance correlation \* $P < 0,05$  and \*\* $P < 0,01$*

### Korelasi Beberapa Parameter

Karakteristik produk pertanian, seperti kacang dan biji-bijian, biasanya saling berkorelasi. Adanya korelasi ini dapat mempermudah memprediksi karakteristik bahan dengan mengetahui karakteristik yang lain. Korelasi karakteristik biji kedelai terlihat pada Tabel 5.

Bobot 100 biji kedelai berkorelasi positif terhadap panjang ( $r = 0,762^{**}$ ), lebar ( $r = 0,942^{**}$ ), tebal ( $r = 0,901^{**}$ ), diameter ekuivalen ( $r = 0,947^{**}$ ), kebulatan biji kedelai ( $r = 0,592^{**}$ ), densitas kamba ( $r = 0,363^{*}$ ) dan kandungan serat larut ( $r = 0,396^{*}$ ), akan tetapi berkorelasi negatif terhadap warna  $b^{*}$  ( $r = - 0,410^{*}$ ) dan Chroma ( $r = - 0,412^{*}$ ). Densitas kamba biji kedelai berkorelasi positif terhadap panjang ( $r = 0,440^{**}$ ), lebar ( $r = 0,352^{*}$ ), diameter ekuivalen ( $r = 0,359^{*}$ ),  $a^{*}$  ( $r = 0,330^{*}$ ), bobot 100 biji ( $r = 0,363^{*}$ ) dan serat larut ( $r = 0,514^{**}$ ), namun berkorelasi negatif terhadap  $b^{*}$  ( $r = - 0,390^{*}$ ), Hue ( $r = - 0,359^{*}$ ), Chroma ( $r = - 0,388^{*}$ ), porositas ( $r = - 0,470^{**}$ ), serat tak larut ( $r = - 0,378^{*}$ );

dimana \*\* korelasi signifikan pada 0,01 dan \* korelasi signifikan pada 0,05.

Bobot 100 biji dapat merepresentasikan nilai dimensi biji yang meliputi panjang, lebar, tebal, diameter ekuivalen, dan kebulatan biji kedelai\*\*. Sedangkan parameter densitas kamba dapat merepresentasikan nilai porositas dan kandungan serat larut biji kedelai\*\*.

### KESIMPULAN

Sepuluh galur biji kedelai memiliki kulit biji berwarna kuning – kuning kehijauan dengan °Hue 125,76 – 130,98 dan Chroma 23,59 – 28,38. Delapan galur berbiji besar sesuai untuk bahan baku tempe berdasarkan bobot 100 biji, sedangkan dua galur berbiji kecil (IAC 100 XK – 1037 dan KX IAC 100 – 1004). Enam galur kedelai memiliki diameter ekuivalen yang lebih besar dari varietas pembanding. Biji kedelai mengandung kadar air 6,74 – 8,95%, kadar abu 5,53 – 5,98% bk,



protein 36,44 – 40,55% bk, dan lemak 17,52 – 21,80% bk. Dua galur berprotein tinggi (>40%), KX IAC 100 – 1004 dan G 511 H/Argom//Argom-2-1, sesuai untuk bahan baku tahu dan isolat protein. Kandungan total serat pangan berkisar 5,56 – 8,58%, dengan serat pangan larut 1,52 – 3,28% dan serat pangan tak larut 3,58 – 6,09%. G 511 H/Anjasmoro-1-2, G 511 H/Anj//Anj///Anj-7-1 dan G 511/Anjasmoro//Anjasmoro-5-1 sesuai untuk sumber serat pangan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada Sdr. Suprpto, SP, Lina Kurniawati, SSI dan Ismiyati, SP di Laboratorium Kimia Pangan – Balitkabi yang telah membantu pelaksanaan analisis proksimat, serta Pia Lestina di Laboratorium Kimia – BB Pascapanen yang telah membantu pelaksanaan analisis serat pangan biji kedelai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ginting E, Antarlina S S, Widowati S. Varietas unggul kedelai untuk bahan baku industri pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2009; 28 (3): 79 – 87.
- Adie M M, Soewanto H, Saleh N, Agus T, Wahono J S, Anggoro G W. K-27 dan K-25: Galur harapan kedelai berkadar lemak tinggi dan sesuai untuk tahu dan tempe. *Prosiding Seminar Nasional Balitkabi*, 9 November 2007; Malang. Bogor: Puslitbangtan; 2008. p. 65 – 72.
- Poysa V, Woodrow L, Yu K. Effect of soy protein subunit composition on tofu quality. *Food Research International*. 2006; 39 (3): 309 – 317.
- Ginting E, Adie M M. Sifat fisik dan kimia lima galur kedelai hitam serta kualitas kecap yang dihasilkan. *Prosiding Seminar Nasional Balitkabi*, 9 November 2007; Malang. Bogor: Puslitbangtan; 2008. p. 495 – 510.
- Susilowati E, Oktaviani R, Arifin B, Arkeman Y. The decrease of production of Indonesian soybean and efforts to ensure the certainty of the vegetable protein supply: a literature review. *International Journal of Information Technology & Business Management*. 2013; 9 (1): 1 – 5.
- Astadi I R, Astuti M, Santosa P, Nugraheni P S. In vitro antioxidant activity of anthocyanins of black soybean seed coat in human low density lipoprotein (LDL). *Food Chemistry*. 2009; 112 (3): 659 – 663.
- Nurrahman. Evaluasi komposisi zat gizi dan senyawa antioksidan kedelai hitam dan kedelai kuning. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 2015; 4 (3): 89 – 93.
- Astuti S. Isoflavon kedelai dan potensinya sebagai penangkap radikal bebas. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 2008; 13 (2): 126 – 136.
- Brownlee I. The impact of dietary fibre intake on the physiology and health of the stomach and upper gastrointestinal tract. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre* 4. 2014: 155 – 169.
- Kusharto C M. Serat makanan dan peranannya bagi kesehatan. *Jurnal Gizi dan Pangan*. November 2006; 1 (2): 45 – 54.
- Slavin J. Fiber and prebiotics: Mechanisms and health benefits. *Nutrients*. 2013; 5: 1417 – 1435. doi:10.3390/nu5041417.1417 – 1435.
- Dodevska M S, Djordjevic B I, Sobajic S S, Miletic I D, Djordjevic P B, Dimitrijevic-Sreckovic V S. Characterisation of dietary fibre components in cereals and legumes used in Serbian diet. *Food Chemistry*. 2013; 141: 1624 – 1629.
- Jatraningrum D A. Analisis tren penelitian pangan fungsional kategori bahan serat pangan. *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 2012; 23 (1): 64 – 68.
- Kendall C W C, Esfahani A, Jenkins D J A. The link between dietary fiber and human health. *Food Hydrocolloids*. 2010; 24 (1): 42 – 48.
- Nirmagustina, D E. 2007. Pengaruh minuman fungsional mengandung tepung kedelai kaya isoflavon dan serat pangan larut terhadap kadar total kolesterol dan trigiserida serum tikus percobaan. *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*. 2007; 12 (2): 47 – 52.
- BPS. Luas panen, produksi dan produktivitas kedelai menurut provinsi (ha). Jakarta: Badan Pusat Statistik; 2015.
- Kementrian Pertanian. Rencana Strategis Kementrian Pertanian 2015 – 2019. Jakarta: Kementan; 2015.
- Balitkabi. Deskripsi varietas unggul kacang-kacangan dan umbi-umbian. Bogor: Puslitbangtan; 2012. 185 p.
- Santoso A. Serat pangan (dietary fiber) dan manfaatnya bagi kesehatan. *Magistra*. 2011; 75: 35 – 40.
- Krisdiana, R. Penyebaran varietas unggul kedelai dan dampaknya terhadap ekonomi perdesaan. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 2014; 33 (1): 61 – 69.
- AOAC. Official Method of the Association of Official Analytical Chemist. Washington D.C. 2006.
- Asp N G, Johanson C G, Halmer H, Siljestrom. Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber. *J. Agric. Food Chem*. 1983; 31: 476 – 482.
- Irtwange S V, Igbeka J C. Some physical properties of two African yam bean (*Sphenostylis stenocarpa*) accessions and their interrelations with moisture content. *Applied Engineering in Agriculture*. 2002; 18 (5): 567 – 576.
- Goldner M C, Perez O E, Pilosof A M R, Armada M. Comparative study of sensory and instrumental characteristics of texture and color of boiled under-exploited Andean tubers. *LWT – Food Science Technology*. 2012; 47 (1): 83 – 90.
- Yuwono S S, Hayati K K, Wulan S N. Karakterisasi fisik, kimia dan fraksi protein 7S dan 11S sepuluh varietas

- kedelai produksi Indonesia. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 2012; 4 (1): 84 – 90.
26. Zanetta C U, Waluyo B, Kurniawan A. Karakteristik fisik dan kandungan kimia galur-galur harapan kedelai hitam UNPAD sebagai bahan baku kecap. *Prosiding Seminar Nasional Balitkabi*, 22 Mei 2013; Malang. Bogor: Puslitbangtan, 2014. p.306 – 310.
  27. Krisdiana, R. Preferensi industri tahu dan tempe terhadap ukuran dan warna biji kedelai. *Iptek Tanaman Pangan*. 2007; 2 (1): 123 – 130.
  28. Astawan M, Wresdiyati T, Widowati S, Bintari S H, Ichsani N. Karakteristik fisikokimia dan sifat fungsional tempe yang dihasilkan dari berbagai varietas kedelai. *PANGAN*. 2013; 22 (3): 241 – 252.
  29. Tastra I K, Ginting E, Gatot G S A. Menuju swasembada kedelai melalui penerapan kebijakan yang sinergis. *Iptek tanaman pangan*. 2012; 7 (1): 47 – 57.
  30. Ginting E, Ratnaningsih, Kuswantoro H. Karakterisasi kadar protein dan sifat fisik biji 15 plasma nutfah kedelai. *Prosiding Seminar Nasional Balitkabi*, 8 September 2006; Malang. Bogor: Puslitbangtan, 2007. p.486 – 494.
  31. Krisnawati A, Adie M M. Selection of soybean genotypes by seed size and its prospects for industrial raw material in Indonesia. *Procedia Food Science*. 2015; 3: 355 – 363.
  32. Yulifianti R, Ginting E. Karakteristik tahu dari bahan baku beberapa varietas unggul kedelai. *Prosiding Seminar Nasional Balitkabi*, 5 Juli 2012; Malang. Bogor: Puslitbangtan, 2013. p.330 – 338.
  33. Ginting E, Yulifianti R, Mulyana H I, Tarmizi. Varietas unggul kedelai hitam sebagai bahan baku kecap. *Prosiding Seminar Agroindustri & Lokakarya Nasional KPT-TPI*, 2 – 3 September 2015; Madura. Madura: Program Studi TIP – UTM, 2015. p. 86 – 92.
  34. Costa G E A, Queiroz-Monici K S, Reis S M P M, Oliveira A C. Chemical composition, dietary fiber and resistant starch contents of raw and cooked pea, commonbean, chickpea and lentil legumes. *Food Chemistry*. 2006; 94 (3): 327 – 330.
  35. Fernando W M A D B, Brennan C S, Flint S, Ranewee K K D S, Bamunuarachchi A, Morton H. Enhancement of short chain fatty acid formation by pure cultures of probiotics on rice fibre. *International Journal of Food Science and Technology*. 2010; 45: 690 – 696.
  36. Winarsi, H. Protein kedelai dan kecambah: Manfaat bagi kesehatan. Yogyakarta: Penerbit Kanisius; 2010.



Gambar 2. Biji kedelai dari sepuluh galur harapan dan dua varietas pembanding.  
*Figure 2. Ten promising lines and two comparison varieties of soybean seeds.*