

Pengaruh Perbedaan Jenis Kedelai terhadap Kualitas Mutu Tahu

Effect of Soybean Varietas on the Quality of Tofu

Nuri Andarwulan^{1,2)*}, Lilis Nuraida^{1,2)}, Dede R. Adawiyah^{1,2)}, Ria Noviar Triana¹⁾, Denny Agustin¹⁾, Desty Gitapratwi¹⁾

¹⁾South East Asian Food and Agricultural Science and Technology Center, Institut Pertanian Bogor, Bogor

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

Abstract. *Tofu is a processed product which is produced by coagulation process of soybean protein extract. The objectives of this study were to evaluate the relation of soybean variety to physicochemical characteristics during processing and the characteristics of tofu. The soybean (IP new, IP 1 year old, US, Argentina, Indonesia) had moisture content (8.67-9.95%), ash content (5.15-5.36%), protein content (30.33-36.49%), fat content (15.91-25.11%) and carbohydrate (26.98-35.00%). The highest yield of tofu was found in soybean IP New that was 195.60%, with tofu water content (80.18-83.17%), protein content (8.83-10.69%), and fat content (3.94-6.31%). The highest total solid was found in tofu from Argentina soybean that was 19.82%, while the density of tofu relatively similar (1%) to other tofu. The highest protein recovery and total solid recovery were found in tofu from Argentina soybean (62.05% and 39.62%). Argentina soybean was the best soybean which can be used to produce tofu. That soybean had the best protein recovery and based on texture quality analysis the soybean had similar characteristics with IP New soybean which had the best hardness, elasticity, and cohesiveness.*

Keywords: *soybean, texture, tofu, quality*

Abstrak. Tahu merupakan salah satu produk olahan kedelai yang diproses melalui penggumpalan ekstrak protein kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh jenis kacang kedelai terhadap perubahan sifat fisikokimia kedelai selama pembuatan tahu dan karakteristik tahu yang dihasilkan. Karakteristik kacang kedelai (*IP New, IP 1 year old, US, Argentina, Indonesia*) memiliki kadar air dengan rentang nilai 8.67-9.95%, kadar abu 5.15-5.36%, kadar protein 30.33-36.49%, kadar lemak 15.91-25.11% dan karbohidrat 26.98-35.00%. Rendemen tertinggi pada pembuatan tahu dihasilkan oleh kedelai *IP New* sebesar 195.60%, kadar air tahu berkisar antara 80.18-83.17%, kadar protein berkisar antara 8.83-10.69%, sedangkan kadar lemak berkisar antara 3.94-6.31%. Total *solid* tertinggi dimiliki oleh tahu dengan kedelai Argentina yaitu sebesar 19.82%, sedangkan densitas tahu memiliki nilai yang relatif sama yaitu 1%. *Protein recovery* dan total *solid recovery* tertinggi dimiliki oleh tahu dengan jenis kedelai Argentina yaitu sebesar 62.05% dan 39.62%. Jenis kacang kedelai yang paling baik digunakan dalam pembuatan tahu adalah jenis kedelai Argentina karena mempunyai *protein recovery* yang paling baik dan berdasarkan analisa mutu tekstur mempunyai mutu yang menyerupai tahu kedelai *IP New* dimana kualitas kekerasan, elastisitas dan sifat kohesifnya yang paling baik.

Kata Kunci: tahu, kedelai, tekstur, kualitas

Aplikasi Praktis: Penelitian ini memberikan informasi berbagai jenis kedelai sebagai bahan baku pembuatan tahu. Jenis kedelai yang paling baik dalam pembuatan tahu hasil penelitian ini adalah kedelai Argentina.

PENDAHULUAN

Tahu merupakan salah satu produk olahan kedelai yang diproses melalui penggumpalan ekstrak protein kedelai. Menurut SNI 01-3142-1998 definisi tahu adalah suatu produk makanan berupa padatan lunak yang dibuat melalui proses pengolahan kedelai (*Glycine Species*) dengan cara pengendapan proteinnya, dengan atau tanpa penambahan bahan lainnya yang diijinkan. Kualitas tahu dapat dipengaruhi oleh proses pengolahan, kultivar dan kualitas dari kacang kedelai serta koagulan yang diguna-

kan. Pembuatan tahu terdiri dari dua langkah utama, yaitu: (1) pembuatan susu kedelai dan (2) koagulasi susu kedelai tersebut untuk membentuk endapan putih (*cruds*) yang kemudian di *press* untuk memperoleh tahu (Muchtadi, 2010). Koagulan yang umumnya digunakan pada pembuatan tahu adalah kalsium sulfat, koagulan ini memiliki kelarutan dalam air yang rendah, bereaksi perlahan dengan susu kedelai yang akibatnya memungkinkan pembentukan curd dengan kapasitas pengikatan air yang tinggi sehingga menghasilkan tahu yang lembut dan halus (Syah *et al.* (2015); Kao *et al.* (2003)).

Komposisi kimia tahu terdiri dari kadar air sebesar 88%, protein sebesar 6%, lemak 3.5%, karbohidrat 1.9% dan kadar abu 0.6% (Min *et al.* 2005). Tekstur tahu yang baik adalah yang memiliki tekstur halus, kokoh tetapi tidak keras dan kenyal, karena tahu adalah gel protein kedelai maka jumlah protein kedelai yang digunakan untuk membuat susu kedelai merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan hasil dan kualitas tahu (Poysa dan Woodrow 2002). Rekha dan Vijayalakshmi (2013) melakukan penelitian pengaruh parameter proses terhadap kualitas tahu, hasilnya menunjukkan bahwa flavor, kualitas dan tekstur tahu secara signifikan dipengaruhi oleh parameter proses. Tekstur tahu yang dihasilkan tergantung dari kandungan solid susu kedelai sebelum koagulasi, penggunaan natrium bikarbonat memberikan hasil tekstur tahu yang halus dan menurunkan *beany flavour*.

Setiap jenis kacang kedelai memiliki kandungan protein, lemak, *flavor*, warna hilum, warna kulit biji, warna kotiledon, ukuran biji, dan sifat fisik ekstrak air dari kedelai. Jenis kacang kedelai mempengaruhi warna, komposisi, tekstur, kekerasan tahu yang dihasilkan. Untuk itu pada penelitian ini dilakukan pengaruh perbedaan jenis kacang kedelai terhadap karakteristik mutu tahu yang dihasilkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi pengaruh jenis kacang kedelai terhadap perubahan sifat fisikokimia kedelai selama pembuatan tahu dan karakteristik fisiko kimia tahu yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan tahu berasal dari 5 jenis kacang kedelai yaitu *IP Soybean New*, *IP Soybean 1 year old*, *US Soybean*, *Argentina Soybean* dan *Indonesia Soybean*, kelima jenis kacang kedelai ini diperoleh dari *American Soybean Association (ASA) International Marketing*, koagulan kalsium sulfat (CaSO_4)/cioko/batu tahu. Sedangkan semua pelarut dan reagen yang digunakan dalam analisis adalah untuk standar analisis. Peralatan yang digunakan adalah satu unit alat pengolahan tahu, saringan kain, timbangan, *texture analyzer TA XT 2* (Hamilton, Massachusetts) dan peralatan gelas untuk analisis parameter mutu tahu.

Karakteristik kacang kedelai

Parameter mutu yang diamati pada bahan baku kacang kedelai (*IP new*, *IP 1 year old*, *US*, *Argentina* dan *Indonesia Soybean*) adalah kadar air (AOAC 925.10, 1998), kadar abu (AOAC 923.03, 1998), kadar protein (AOAC 960.52, 1998) dan kadar lemak (AOAC 920.93, 1998), dan Karbohidrat (*by difference*).

Karakteristik fisiko kimia tahu dari 5 jenis kacang kedelai

Proses pembuatan tahu dilakukan menggunakan unit pengolahan tahu dengan cara menimbang masing-masing jenis kacang kedelai sebanyak 5 Kg, kemudian merendamnya selama 3 jam dalam air panas. Setelah itu

diangkat dan dicuci menggunakan air mengalir. Kedelai dimasukkan ke dalam alat penggilingan dan dimasak pada suhu 105°C selama 10 menit. Setelah itu, kedelai giling rebus disaring dan dibuang ampasnya. Kedelai giling hasil penyaringan digumpalkan dengan bahan penggumpal CaSO_4 sebanyak 55 gram/5 Kg kedelai pada suhu $70-85^\circ\text{C}$, kemudian dicetak dan dipres dengan tekanan 2.25 Kg/cm^2 sehingga diperoleh tahu dengan bentuk *solid block* yang siap untuk di analisis. Parameter mutu tahu yang diamati adalah parameter mutu kimia dan mutu tekstur tahu, terdiri dari: rendemen (*yield*) (Mujo *et al.* 2003), kadar air (AOAC 925.10, 1998), kadar protein (AOAC 960.52, 1998), kadar lemak, total padatan (total *solid*), protein *recovery*, total *solid recovery*, densitas, dan analisis tekstur tahu.

Rendemen (yield) (Mujo *et al.* 2003)

Total berat produk yang dihasilkan ditimbang dengan neraca analitik sehingga dapat dihitung rendemennya dengan formula:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat produk (g)}}{\text{Berat kedelai (g)}} \times 100\%$$

Total padatan (total solid)

Total padatan dihitung dengan menggunakan formula sebagai berikut:

$$\text{Total padatan} = \frac{\text{Berat total produk (g)} - \text{Berat air dalam produk (g)}}{\text{Berat total produk (g)}} \times 100\%$$

Protein recovery (Vishwanathan *et al.* 2011)

Protein *recovery* produk dapat dihitung dengan formula di bawah ini :

$$\text{Protein recovery} = \frac{\% \text{protein produk (b.k)}}{\% \text{protein kedelai (b.k)}} \times 100\%$$

Total solid recovery (Vishwanathan *et al.* 2011)

Total *solid recovery* dapat dihitung dengan formula:

$$\text{Total solid recovery} = \frac{(\text{Berat tahu total} - \text{Berat air dalam produk})}{(\text{Berat awal kedelai} - \text{Berat air dalam kedelai})} \times 100\%$$

Densitas

Tahu dengan luas permukaan $10 \times 5 \text{ cm}^2$ diukur tingginya, sehingga diperoleh volume tahu tersebut, kemudian ditimbang beratnya.

Analisis tekstur (Obatulo 2008)

Analisis tekstur tahu dilakukan menggunakan alat *texture analyzer*, meliputi parameter kekerasan (*hardness*), daya kohesif (*cohesiveness*), dan elastisitas (*elasticity*).

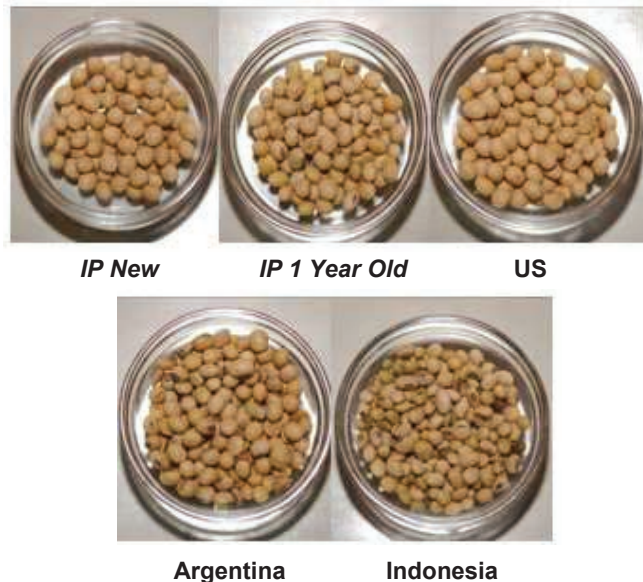
Analisis data

Analisis data diolah dengan *Analisis of Variance (ANOVA)* menggunakan *Software IBM SPSS (Versi 22.0; SPSS Inc. New York, US)* dan *Principal Component Analysis (PCA)* menggunakan *XLStat 2014*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik kacang kedelai

Bahan baku kacang kedelai yang diperoleh dari *American Soybean Association*, *International Marketing* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Lima jenis kacang kedelai

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa karakteristik fisik kacang kedelai pada penelitian ini bervariasi, kacang kedelai US memiliki bentuk biji hampir bulat dengan warna kuning seragam, sedangkan kacang kedelai Indonesia memiliki bentuk biji bulat memanjang dengan ukuran yang paling kecil dibandingkan kacang kedelai lainnya dan warna yang tidak seragam yaitu kuning dan hijau. Menurut Gandhi (2009), kedelai unggulan dengan ukuran dan bentuk yang seragam umumnya digunakan untuk produksi tahu dan susu kedelai, kedelai ini memiliki kandungan protein yang tinggi dan kandungan minyak yang lebih rendah. Hasil analisis parameter mutu kimia kacang kedelai menunjukkan bahwa kacang kedelai Indonesia mempunyai kadar air yang paling besar yaitu sebesar $9.95 \pm 0.03\%$, diikuti dengan kedelai jenis Argentina ($9.71 \pm 0.08\%$), *IP 1 year old* ($9.07\% \pm 0.04$), US ($8.86\% \pm 0.13$), dan *IP New* ($8.67\% \pm 0.13$). Berdasarkan data tersebut tampak bahwa kedelai jenis *IP* mengalami peningkatan kadar air setelah satu tahun penyimpanan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kacang kedelai yang digunakan dalam pembuatan tahu memiliki kadar abu antara 5.15-5.36%. Menurut Berk (1992), kadar abu ini mempengaruhi kandungan mineral kacang kedelai, kadar abu kacang kedelai berkisar sekitar 5%, dengan mineral utama kalium, kalsium dan magnesium. Kadar protein kedelai yang digunakan dalam pembuatan tahu ini adalah 30.33%-36.49%. Kadar protein kedelai tertinggi dimiliki oleh kedelai lokal yaitu sebesar $36.49 \pm 0.35\%$,

sedangkan kadar protein yang paling kecil dimiliki oleh kedelai Argentina yaitu $30.33 \pm 0.35\%$ diikuti oleh kedelai US ($34.07 \pm 0.02\%$), *IP New* ($35.02 \pm 0.03\%$) dan *IP 1 year old* ($35.53 \pm 0.03\%$). Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ma *et al.* (2015) yang melakukan analisis kadar protein pada varietas kedelai yang berbeda dengan kisaran kadar protein antara 37.00-47.00%. Perbedaan kadar protein ini dapat disebabkan oleh lokasi tumbuh dan jenis dari kedelai yang digunakan. Penelitian yang dilakukan oleh Min *et al.* (2005) menunjukkan bahwa lokasi tumbuh secara signifikan dapat memberikan pengaruh pada kadar protein susu kedelai yang dihasilkan.

Hasil analisis kadar lemak menunjukkan bahwa kedelai lokal (Indonesia) memiliki kadar lemak yang paling rendah yaitu sebesar $15.91 \pm 1.03\%$, diikuti oleh kedelai *IP 1 year old* ($19.50 \pm 0.48\%$), kedelai Argentina ($19.60 \pm 1.18\%$), kedelai *IP New* ($20.58 \pm 0.15\%$) dan kedelai US sebesar $25.11 \pm 3.95\%$. Kadar karbohidrat kacang kedelai yang memiliki nilai paling tinggi adalah kacang kedelai dari jenis Argentina yaitu sebesar $35.00 \pm 0.90\%$ diikuti oleh kacang kedelai Indonesia ($32.49 \pm 0.72\%$), *IP 1 year old* ($30.60 \pm 0.47\%$), *IP New* ($30.39 \pm 0.20\%$) dan US ($26.98 \pm 4.08\%$). Nilai proksimat dari 5 jenis kacang kedelai dapat dilihat pada Tabel 1.

Karakteristik fisiko kimia tahu dari 5 jenis kacang kedelai

Jenis kedelai *IP New* memiliki rendemen tertinggi dibandingkan dengan jenis yang lain yaitu sebesar 195.60%, sedangkan jenis Indonesia memiliki nilai rendemen yang paling rendah yaitu sebesar 169.00%. Nilai rendemen ini menunjukkan banyaknya tahu yang dihasilkan dari jumlah kedelai yang sama pada setiap jenis kedelai yang digunakan dalam pembuatan tahu. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kedelai tidak memberikan perbedaan yang nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$ terhadap nilai rendemen pada produk tahu yang diujikan. Tahu memiliki kadar air yang tinggi. Produk tahu dengan jenis kedelai *IP New* memiliki kadar air paling tinggi yaitu sebesar 83.17%, sedangkan kadar air yang paling rendah dimiliki oleh tahu dengan jenis Argentina sebesar 80.18%. Tahu *IP New* memiliki nilai rendemen dan kadar air yang tinggi, sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Obatolu (2008) yang menyatakan bahwa tingginya rendemen tahu berkorelasi dengan tingginya kandungan kadar air. Selain itu tahu dengan kadar air yang tinggi memiliki tekstur yang lebih halus dibandingkan tahu dengan kadar air rendah yang memiliki tekstur kasar berdasarkan pengamatan visual. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kedelai memberi pengaruh yang nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$ terhadap kadar air pada 5 jenis tahu yang diujikan, uji lanjut Duncan dilakukan untuk menunjukkan bahwa kadar air yang dimiliki oleh tahu dengan jenis kedelai *IP New*, *IP 1 year old*, dan US berbeda nyata dengan tahu dari jenis kedelai Argentina.

Tabel 1. Nilai proksimat dari 5 jenis kacang kedelai

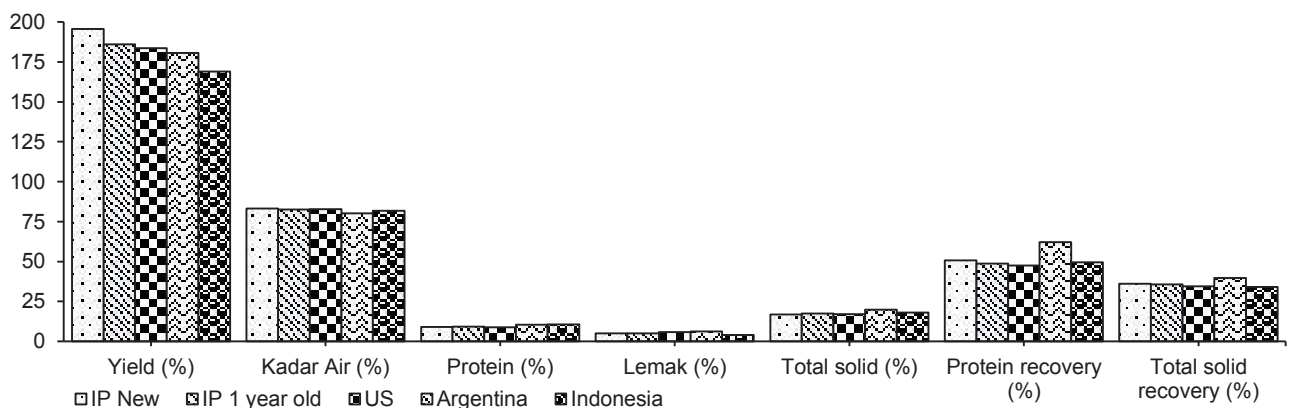
| Parameter | Kacang Kedelai | | | | |
|-----------------|----------------|---------------|------------|------------|------------|
| | IP New | IP 1 year Old | US | Argentina | Indonesia |
| Air (%) | 8.67±0.13 | 9.07±0.04 | 8.68±0.13 | 9.71±0.08 | 9.95±0.03 |
| Abu (%) | 5.35±0.05 | 5.30±0.07 | 5.15±0.02 | 5.36±0.01 | 5.16±0.01 |
| Protein (%) | 35.02±0.03 | 35.53±0.03 | 34.07±0.02 | 30.33±0.35 | 36.49±0.35 |
| Lemak (%) | 20.58±0.15 | 19.50±0.48 | 25.11±3.95 | 19.60±1.18 | 15.91±1.03 |
| Karbohidrat (%) | 30.39±0.20 | 30.60±0.47 | 26.98±4.08 | 35.00±0.90 | 32.49±0.72 |

Menurut Cai *et al.* (1997), tingginya protein kedelai menyebabkan tingginya protein tahu, hal ini sesuai dengan hasil penelitian ini, tahu yang mempunyai kandungan protein paling tinggi yaitu sebesar 10.69% berasal dari kedelai Indonesia dengan kadar protein sebesar 36.49%, diikuti dengan jenis Argentina (10.43%), *IP 1 year old* (9.25%), dan *IP New* (9.09%). Jenis kedelai US mempunyai kandungan protein yang paling rendah yaitu 8.83%. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kedelai memberi pengaruh nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$ terhadap kadar protein tahu, uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar protein tahu dengan jenis kedelai Indonesia dan Argentina berbeda nyata dengan tahu dari jenis kedelai *IP New*, *IP 1 year old* dan US. *Protein recovery* terbesar dihasilkan oleh tahu jenis kedelai Argentina yaitu sebesar 62.05% kemudian diikuti dengan jenis kedelai *IP New* (50.77%), kedelai Indonesia (49.51%), *IP 1 year old* (48.71%), dan kedelai US sebesar 47.56%.

Menurut Khatib *et al.* (2002), nilai *recovery* merupakan indikasi efisiensi ekstraksi protein dan kualitas protein pada varietas yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa varietas kedelai dengan protein *recovery* yang berbeda dapat disebabkan oleh perbedaan kelarutan, *extractability* dan *coagulability*. Uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kedelai memberi pengaruh nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$ terhadap *protein recovery*, uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa *protein recovery* tahu dengan jenis kedelai Argentina berbeda nyata dengan tahu dari jenis kedelai *IP New*, *IP 1 year old*, US dan Indonesia. Total *solid* tahu tertinggi dimiliki oleh tahu dengan jenis kedelai Argentina yaitu sebesar 19.82%, selanjutnya tahu dengan jenis kedelai Indonesia (18.12%), *IP 1 year old* (17.42%), jenis US (17.14%) dan

jenis *IP New* (16.83%). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kedelai memberi pengaruh nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$ terhadap total *solid*, uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa total *solid* tahu dengan jenis kedelai Argentina berbeda nyata dengan tahu dari jenis kedelai *IP New*, *IP 1 year old*, dan US. Namun total *solid* tahu dari jenis kedelai Argentina tidak berbeda nyata dengan total *solid* tahu dari jenis kedelai Indonesia. Total *solid recovery* tahu terbesar diperoleh tahu jenis kedelai Argentina sebesar 39.62%, *IP New* (36.03%), *IP 1 year old* (35.63%), US (34.44%), dan kedelai Indonesia sebesar 34.01%. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kedelai memberi pengaruh nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$ terhadap total *solid recovery*, uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa total *solid recovery* tahu dengan jenis kedelai Argentina berbeda nyata dengan tahu dari jenis kedelai US dan Indonesia.

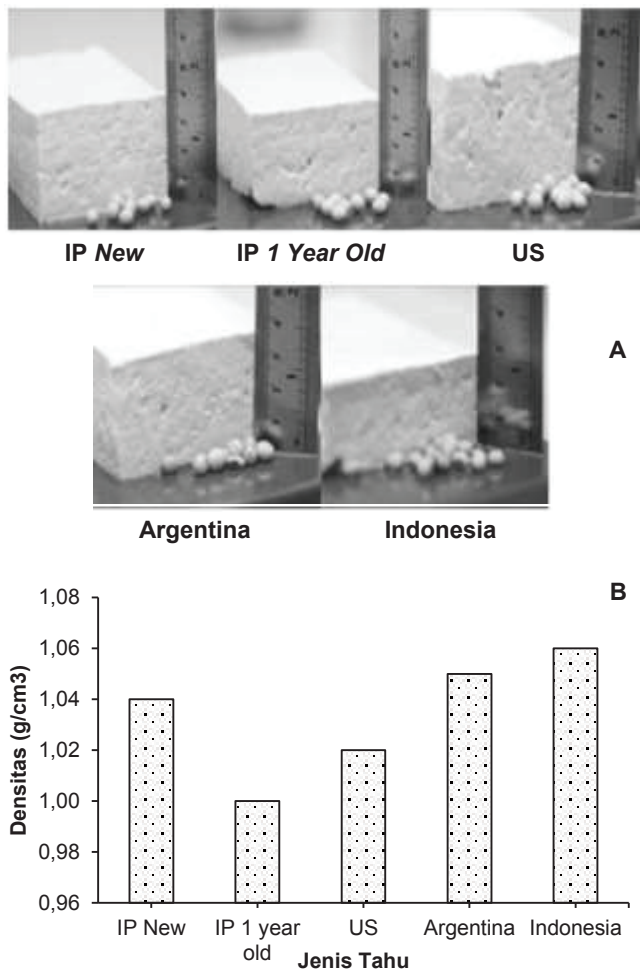
Kadar lemak tahu jenis kedelai Argentina mempunyai nilai paling tinggi yaitu 6.31%. Kadar lemak tahu dari empat jenis kedelai lainnya berturut-turut adalah US 5.80%, *IP New* 5.07%, *IP 1 year old* 5.06%, dan kedelai Indonesia 3.94%. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kedelai memberi pengaruh nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$ terhadap kadar lemak tahu yang diujikan, uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa kadar lemak tahu dengan jenis kedelai Argentina berbeda nyata dengan tahu dari jenis kedelai *IP New*, *IP 1 year old*, dan Indonesia. Kadar protein dan kadar lemak tahu hasil penelitian ini sesuai dengan standar mutu tahu menurut SNI 01-3142-1998 tentang syarat mutu tahu yaitu minimal 9.00% dan minimal 0.50%. Histogram karakteristik sifat fisiko kimia tahu dari 5 jenis kacang kedelai dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan: Sampel dengan nilai subset yang sama pada masing-masing atribut menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$

Gambar 2. Karakteristik sifat fisiko kimia tahu dari 5 jenis kacang kedelai

Densitas terbesar dihasilkan oleh tahu yang berasal dari kedelai Indonesia (1.06%), kemudian berturut-turut tahu kedelai Argentina (1.05%), tahu kedelai *IP New* (1.04%), tahu kedelai US (1.02%), dan terendah tahu kedelai *IP 1 year old* (1.00%). Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa jenis kedelai tidak memberikan perbedaan yang nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$ terhadap densitas pada produk tahu yang diujikan. Produk tahu dan histogram densitas tahu dari 5 jenis kacang kedelai dapat dilihat pada Gambar 3.



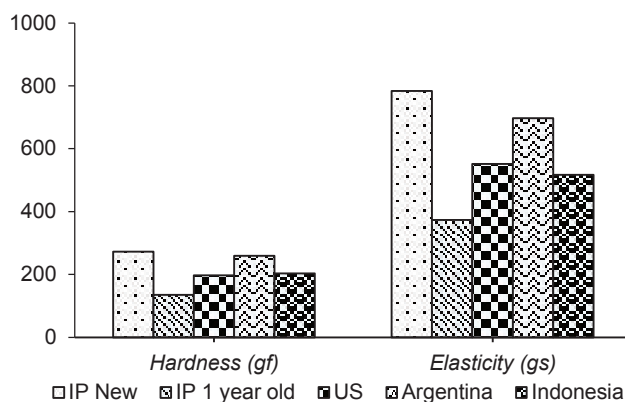
Keterangan: Sampel dengan nilai subset yang sama pada masing-masing atribut menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf signifikansi $p=0.05$

Gambar 3. Produk tahu (A) dan histogram densitas (B) tahu dari 5 jenis kacang kedelai

Tekstur tahu telah dilaporkan menjadi atribut mutu yang sama pentingnya yang dapat mempengaruhi penerimaan produk. Histogram mutu tekstur tahu pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.

Atribut kekerasan (*hardness*) tahu pada penelitian ini memiliki nilai kisaran antara 135.04-272.14 gf. Nilai kekerasan ini didefinisikan sebagai gaya maksimum pada siklus kompresi pertama atau gaya yang diperlukan untuk

mencapai deformasi yang diberikan produk (25% dari tinggi awal) (Kim dan Wicker 2005). Kekerasan tahu dipengaruhi oleh tekanan yang tinggi selama proses pengeluaran *whey* tahu, selain itu juga dipengaruhi oleh varietas kedelai, jenis dan konsentrasi koagulan (Cai *et al.* 1997). Daya kohesif tahu memiliki kisaran antara 0.52-0.55, nilai ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Kim dan Wicker (2005) mengenai pengaruh kultivar kedelai terhadap kualitas tahu, hasilnya menunjukkan bahwa tahu memiliki daya kohesif antara 0.51-0.56. Atribut tekstur elastisitas tahu memiliki kisaran antara 373.42-783.5 gs. Elastisitas tahu dipengaruhi oleh jenis dan posisi *sampling* tahu selama pengukuran dengan elastisitas paling tinggi berada di bagian atas tahu dibandingkan dengan bagian tengah tahu (Cai *et al.* 1997 dan Hou *et al.* 1997).



Gambar 4. Mutu tekstur tahu dari 5 jenis kacang kedelai

Kacang kedelai dari jenis *IP New* menghasilkan tahu dengan kualitas paling baik karena memiliki kekerasan, elastisitas dan daya kohesif paling dominan dibandingkan dengan tahu dari jenis yang lain. Jenis kedelai yang sama (*IP*) tetapi sudah disimpan lama (1 tahun) menghasilkan tahu dengan kualitas tekstur yang semakin menurun dibandingkan dengan yang baru. Adanya penyimpanan menyebabkan tekstur tahu menjadi lebih lunak, sifat kohesif (*internal binding*) serta elastisitas yang semakin menurun. Kacang kedelai jenis Argentina juga menghasilkan tahu dengan kualitas yang tidak begitu berbeda nyata dengan *IP New*. Kedelai varietas lokal memiliki kelemahan dalam sifat kohesif atau *internal binding* yang tidak terlalu kuat serta elastisitas yang rendah.

Tabel 2 menunjukkan korelasi pearson dari nilai karakteristik fisiko kimia tahu, angka-angka tercetak tebal menunjukkan adanya korelasi antar karakteristik. Karakteristik tekstur (kekerasan) tahu memiliki korelasi positif dengan sifat elastisitas (0.9842), artinya semakin besar nilai kekerasan tahu maka elastisitas tahu akan semakin besar. Karakteristik total *solid* tahu memiliki korelasi negatif dengan nilai kadar air (-1.0000), artinya semakin besar nilai total *solid* tahu maka nilai kadar air yang dihasilkan semakin kecil atau sebaliknya.

Tabel 2. Korelasi pearson dari nilai karakteristik fisiko kimia tahu dari 5 jenis kacang kedelai

| Variables | Hardness (gf) | Cohesiveness | Elasticity (gs) | Yield (%) | Kadar Air (%) | Protein (%) | Lemak (%) | Total Solid (%) | Protein Recovery (%) | Total Solid Recovery (%) | Densitas (g/cm ³) |
|-------------------------------|---------------|--------------|-----------------|-----------|----------------|-------------|-----------|-----------------|----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Hardness (gf) | 1 | | | | | | | | | | |
| Cohesiveness | 0.6259 | 1 | | | | | | | | | |
| Elasticity (gs) | 0.9842 | 0.7463 | 1 | | | | | | | | |
| Yield (%) | 0.2467 | 0.8555 | 0.4105 | 1 | | | | | | | |
| Kadar air (%) | -0.2777 | 0.2020 | -0.1498 | 0.5033 | 1 | | | | | | |
| Protein (%) | 0.2015 | -0.5792 | 0.0328 | -0.7775 | -0.7828 | 1 | | | | | |
| Lemak (%) | 0.2880 | 0.6369 | 0.3371 | 0.3856 | -0.3771 | -0.2682 | 1 | | | | |
| Total solid (%) | 0.2777 | -0.2020 | 0.1498 | -0.5033 | -1.0000 | 0.7828 | 0.3771 | 1 | | | |
| Protein rec. (%) | 0.5727 | 0.2411 | 0.5018 | -0.0765 | -0.8890 | 0.5496 | 0.5826 | 0.8890 | 1 | | |
| Total solid recovery (%) | 0.4948 | 0.4229 | 0.4768 | 0.2053 | -0.7420 | 0.2905 | 0.7116 | 0.7420 | 0.9458 | 1 | |
| Densitas (g/cm ³) | 0.7046 | -0.1093 | 0.5763 | -0.4720 | -0.4963 | 0.7550 | -0.2250 | 0.4963 | 0.4628 | 0.1911 | 1 |

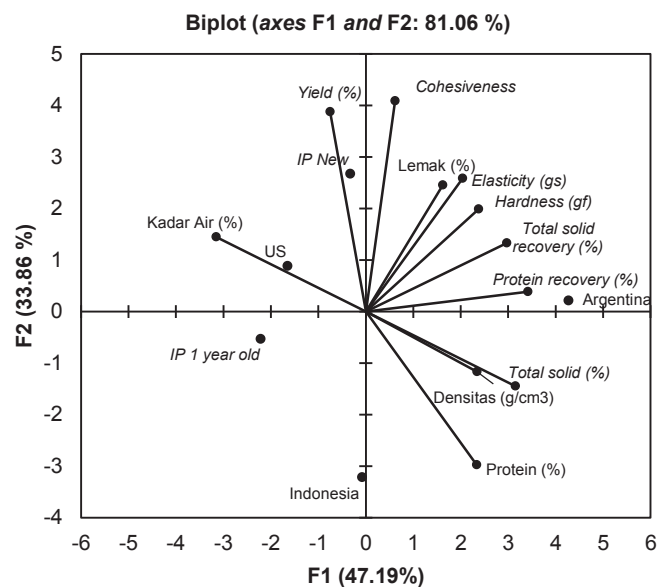
Values in bold are different from 0 with a significance level alpha=0.05

Suatu karakteristik dapat dijelaskan pada komponen utama tertentu jika memiliki nilai tertinggi pada komponen utama tersebut, berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa *protein recovery*, *total solid* dan *total solid recovery* memiliki nilai terbesar pada komponen utama 1. Sedangkan nilai terbesar pada komponen utama 2 adalah karakteristik sifat kohesif (*cohesiveness*) dan *yield*.

Tabel 3. Faktor loading karakteristik fisiko kimia tahu dari 5 jenis kacang kedelai

| | F1 | F2 | F3 | F4 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Hardness (gf) | 0.6739 | 0.4765 | 0.5619 | 0.0558 |
| Cohesiveness | 0.1754 | 0.9809 | 0.0666 | 0.0511 |
| Elasticity (gs) | 0.5772 | 0.6201 | 0.5305 | 0.0300 |
| Yield (%) | -0.2140 | 0.9300 | -0.0639 | -0.2920 |
| Kadar air (%) | -0.8931 | 0.3476 | 0.2845 | -0.0244 |
| Protein (%) | 0.6612 | -0.7141 | 0.1849 | -0.1368 |
| Lemak (%) | 0.4598 | 0.5881 | -0.5714 | 0.3409 |
| Total solid (%) | 0.8931 | -0.3476 | -0.2845 | 0.0244 |
| Protein recovery (%) | 0.9677 | 0.0926 | -0.2092 | -0.1064 |
| Total solid recovery (%) | 0.8411 | 0.3180 | -0.3754 | -0.2248 |
| Densitas (g/cm ³) | 0.6633 | -0.2811 | 0.6884 | 0.0842 |

Berdasarkan hasil analisis data PCA, garis yang searah yang menunjukkan adanya korelasi positif ditunjukkan oleh mutu tekstur tahu (*cohesiveness*, *elasticity*, dan *hardness*) dan sifat fisiko kimia (kadar lemak, *total solid recovery* dan *protein recovery*). Gambar 5 menunjukkan biplot karakteristik fisiko kimia tahu dan karakteristik tekstur tahu yang merupakan gabungan grafik *loading plot* dan grafik *score plot*, grafik ini menjelaskan keragaman data yang diperoleh yaitu sebesar 81.06%. Tahu yang terletak pada kuadran yang sama memiliki karakteristik fisiko kimia yang sama. Tahu yang berasal dari kedelai Argentina memiliki karakteristik fisiko kimia yang lebih baik dibandingkan dengan tahu yang berasal dari kedelai *IP new*, *IP 1 year old*, US dan Indonesia.



Gambar 5. Biplot karakteristik fisiko kimia tahu dari 5 jenis kacang kedelai

KESIMPULAN

Karakteristik bahan baku kacang kedelai (*IP new*, *IP 1 year old*, US, Argentina, Indonesia) memiliki kadar air dengan rentang nilai 8.67-9.95%, kadar abu 5.15-5.36%, kadar protein 30.33-36.49%, kadar lemak 15.91-25.11 % dan karbohidrat 26.98-35.00%. Rendemen tertinggi pada pembuatan tahu dihasilkan oleh kedelai *IP New* sebesar 195.60%, kadar air tahu berkisar antara 80.18-83.17%, kadar protein berkisar antara 8.83-10.69%, sedangkan kadar lemak berkisar antara 3.94-6.31%. *Total solid* tertinggi dimiliki oleh tahu dengan kedelai Argentina yaitu sebesar 19.82%, sedangkan densitas tahu memiliki nilai yang relatif sama yaitu 1%. *Protein recovery* dan *total solid recovery* tertinggi dimiliki oleh tahu dengan kedelai Argentina yaitu sebesar 62.05% dan 39.62%.

Jenis kacang kedelai yang paling baik digunakan dalam pembuatan tahu adalah kedelai Argentina karena mempunyai *protein recovery* yang paling baik dan berdasarkan analisa mutu tekstur mempunyai mutu yang menyerupai tahu kedelai *IP New* dimana kualitas kekerasan, elastisitas dan sifat kohesifnya yang paling baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada *American Soybean Association (ASA)*, *Marketing International* yang telah memberikan dana penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1998. Official Methods of Analysis of AOAC International. 16th Edition -4th Revision. Methods 925.10, 920.87, 920.85, 923.03. Gaithersburg, Maryland (US): AOAC International.
- Berk Z. 1992. Technology of Production of Edible Flours and Protein Products From Soybeans: Soybean and Related Products. FAO Agriculture Service Bulletin. 97: Chap 8. ISBN : 92-5-103118-5.
- [BSN] Badan Standar Nasional Indonesia. 1998. Tahu. Dewan Standarisasi Nasional.
- Cai TD, Chang KC, Shih MC, Houa HJ, Jia M. 1997. Comparison of bench and production scale methods for making soymilk and tofu from 13 soybean varieties. *Food Res Int* 30(9): 659-668.
- Gandhi AP. 2009. Review article: Quality of soybean and its food products. *Int Food Res J* 16: 11-19.
- Kao FJ, Su NW, Lee MH. 2003. Effect of calcium sulfate concentration in soymilk on the microstructure of firm tofu and teh protein constitutions in tofu whey. *J Agric Food Chem* 51(21): 6211-6216.
- Khatib KA, Aramouni FM, Herald TJ, Boyer JE. 2002. Physicochemical characteristics of soft tofu formulated from selected soybean varieties. *J Food Quality* 25: 289-303.
- Kim Y, Wicker L. 2005. Soybean cultivars impact quality and function of soymilk and tofu. *J Science Food Agric* 85(15): 2514-2518.
- Ma L, Li B, Han F, Yan S, Wang L, Sun J. 2015. Evaluation of the chemical quality traits of soybean seeds, as related to sensory attributes of soymilk. *Food Chem* 173: 694-701.
- Min S, Yu Y, Martin SS. 2005. Effect of soybean varieties and growing locations on the physical and chemical properties of soymilk and tofu. *J Food Sci* 70(1): C8-C12.
- Min S, Yu Y, Martin ST. 2005. Locations on the physical and chemical properties of soymilk and tofu. *Food Chemistry Toxicol* 1(70): C8-C12.
- Muchtadi D. 2010. Kedelai Komponen untuk Kesehatan. Alfabeta, Bandung.
- Mujo R, Trinh DT, Ng PKW. 2003. Characterization of storage proteins in different soybean varieties and their relationship to tofu yield and texture. *Food Chem* 82: 265-273.
- Obatulo VA. 2008. Effect of different coagulants on yield and quality of tofu from soymilk. *European Food Research Technol* 226: 467-472.
- Poysa V, Woodrow L. 2002. Stability of soybean seed composition and its effect on soymilk and tofu yield and quality. *Food Research Int* 35: 337-345.
- Rekha CR, Vijayalakshmi G. 2013. Influence of processing parameters on quality of soycurd (tofu). *J Food Science Technol* 50(1): 176-180.
- Syah D, Sitanggang AB, Faradilla RHF, Trisna V, Karsono Y, Septianita DA. 2015. The influence of coagulation conditions and storage proteins on the textural properties of soy curd. *CyTA-J Food* 13(2): 259-263.
- Vishwanathan KH, Singh V, Subramanian R. 2011. Wet grinding characteristics of soybean for soymilk extraction. *J Food Eng* 106: 28-34.