

MONOGRAF

PEMETAAN KARAKTERISTIK

KEDELAI

LOKAL

Versus

KEDELAI

IMPOR

Sebagai Bahan Baku Tempe

Kukuk Yudiono

 Penerbit
litrus.

**PEMETAAN KARAKTERISTIK KEDELAI LOKAL VERSUS
KEDELAI IMPOR SEBAGAI BAHAN BAKU TEMPE**

Ditulis oleh:
Kukuk Yudiono

Diterbitkan, dicetak, dan didistribusikan oleh
PT. Literasi Nusantara Abadi Grup
Perumahan Puncak Joyo Agung Residence Kav. B11 Merjosari
Kecamatan Lowokwaru Kota Malang 65144
Telp : +6285887254603, +6285841411519
Email: literasinusantaraofficial@gmail.com
Web: www.penerbitlitnus.co.id
Anggota IKAPI No. 340/JTI/2022



Hak Cipta dilindungi oleh undang-undang. Dilarang mengutip
atau memperbanyak baik sebagian ataupun keseluruhan isi buku
dengan cara apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Cetakan I, Januari 2024

Perancang sampul: Muhammad Ridho Naufal
Penata letak: Muhammad Ridho Naufal

ISBN : 978-623-114-417-1

ix + 73 hlm. ; 15,5x23 cm.

©Januari 2024



PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan atas telah terbitnya buku monograf ini dengan judul Pemetaan Karakteristik Kedelai Lokal Versus Kedelai Impor Sebagai Bahan Baku Kedelai. Buku ini ditulis berdasarkan temuan-temuan yang didapat dari hasil penelitian dan pengalaman penulis serta literatur yang relevan.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Kemenristek Dikti atas hibah-hibah penelitian yang diterima penulis dan khususnya skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT) yang telah terlaksana selama 3 tahun.

Penulis berharap buku ini dapat bermanfaat bagi mahasiswa, dosen, peneliti atau pembaca yang tertarik dalam bidang ini. Saran dan kritik yang membangun untuk perbaikan buku monograf ini di masa mendatang sangat diharapkan.

Malang, Januari 2024

Penulis,



Daftar Isi

PRAKATA	iii
Daftar Tabel	vii
Daftar Gambar	ix

BAB I

PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1

BAB II

KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA KEDELAI LOKAL VERSUS KEDELAI IMPOR SEBAGAI BAHAN BAKU TEMPE.....	9
A. Kandungan Antioksidan Kedelai Lokal vs Kedelai Impor.....	9
B. <i>Bulk Density</i> Kedelai Lokal vs Kedelai Impor	11
C. Daya Bengkak Kedelai Lokal vs Kedelai Impor.....	12
D. Kualitas Tanak Kedelai Lokal vs Kedelai Impor	13
E. Ukuran Biji Kedelai Lokal vs Kedelai Impor	14
F. <i>Water Absorption Index</i> (WAI) Kedelai Lokal vs Kedelai Impor ...	15
G. <i>Water Solubility Index</i> (WSI) Kedelai Lokal vs Kedelai Impor	16
H. Kandungan Protein Kedelai Lokal vs Kedelai Impor.....	17
I. Kandungan Fisikokimia Lainnya Kedelai Lokal vs Impor.....	17
J. Rendemen	20
K. Kulit Kupas.....	22

.....

BAB III

KARAKTERISTIK METABOLIT PRIMER–SEKUNDER DAN AFLATOKSIN TEMPE DENGAN BAHAN BAKU KEDELAI LOKAL VERSUS KEDELAI IMPOR..... 25

A. Aktivitas Antioksidan..... 26

B. Total Polifenol..... 30

C. Cemaran Aflatoksin..... 32

.....

BAB IV

ISOFLAVON KEDELAI LOKAL VERSUS KEDELAI IMPOR 43

.....

BAB V

PERSEPSI PRODUSEN TEMPE TERHADAP KEDELAI LOKAL DAN KEDELAI IMPOR 57

.....

BAB VI

KESIMPULAN 63

Daftar Pustaka 65



Daftar Tabel

Tabel 1.1 Komposisi Kimiawi Kedelai Kering per 100g Biji	4
Tabel 1.2 Persyaratan Kuantitatif untuk Kedelai Kuning*).....	5
Tabel 1.3 Persyaratan Kuantitatif Menurut SNI 01-3922-1995	6
Tabel 2.1 Kandungan Antioksidan (%) Jenis Kedelai Lokal dan Impor10	
Tabel 2.2 <i>Bulk density</i> (G/MI) Jenis Kedelai Lokal dan Impor	11
Tabel 2.3 Daya Bengkak (%) Jenis Kedelai Lokal dan Impor	13
Tabel 2.4 Kualitas Tanak (%) Jenis Kedelai Lokal dan Impor.....	14
Tabel 2.5 Ukuran Biji (Bobot 100 Biji) Kedelai Lokal dan Impor.....	15
Tabel 2.6 <i>Water Absorption Index</i> (ml/g) Jenis Kedelai Lokal dan Impor	15
Tabel 2.7 <i>Water Solubility Index</i> (g/ml) Jenis Kedelai Lokal dan Impor	16
Tabel 2.8 Kandungan Protein Biji Kedelai Lokal dan Impor	17
Tabel 2.9 Kandungan Fisikokimia Lainnya Kedelai Lokal dan Impor ..	18
Tabel 2.10 Nilai Rata-rata Uji Rendemen (%) Berbagai Varietas Kedelai.....	21
Tabel 2.11 Nilai Rata-rata Uji Kulit Kupas Dari Berbagai Varietas Kedelai Setelah Direndam 12 Jam	23
Tabel 3.1 Rerata Aktivitas Antioksidan (%) Berbagai Varietas Kedelai 27	
Tabel 3.2 Rerata Aktivitas Antioksidan (%) Tempe dari Berbagai Varietas Kedelai.....	27
Tabel 3.3. Rerata Total Senyawa Fenolik (%) Berbagai Varietas Kedelai.....	30
Tabel 3.4. Rerata Total Senyawa Fenolik (%) Tempe dari Berbagai Varietas Kedelai.....	31
Tabel 3.5 Kelompok Jamur <i>Aspergillus</i> sp dan Tipe Aflatoksin yang Dihasilkan.....	33

Tabel 3.6. Rekapitulasi Hasil Analisis menggunakan LC MS/MS Aflatoksin pada Tempe dari Berbagai Varietas Kedelai (Yudiono <i>et al.</i> 2021)	35
Tabel 5.1 Persepsi Produsen Tempe Terhadap Kedelai Lokal dan Impor	59



Daftar Gambar

Gambar 1. Hasil Kromatogram Aflatoksin Tempe Impor Cap Bola (Yudiono <i>et al.</i> 2021).....	36
Gambar 2. Hasil Kromatogram Aflatoksin Tempe Kedelai Lokal Varietas Dena 1 (Yudiono <i>et al.</i> 2021).....	38
Gambar 3. Hasil Kromatogram Aflatoksin Tempe Kedelai Lokal Varietas Devon 1 (Yudiono <i>et al.</i> 2021).....	39
Gambar 4. Hasil Kromatogram Aflatoksin Tempe Kedelai Lokal Varietas Anjasmara (Yudiono <i>et al.</i> 2021).....	41
Gambar 5. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Impor	48
Gambar 6. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Lokal Argomulyo	50
Gambar 7. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Lokal Demas-1	52
Gambar 8. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Lokal Devon-1	53
Gambar 9. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Lokal Dena-1	55



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sebagaimana diketahui, selama ini ketergantungan yang tinggi terhadap bahan baku impor untuk produk pangan, khususnya tempe, merupakan isu yang signifikan. Ketidak-berdayaan industri tempe lokal terjadi karena dominasi dari struktur kekuasaan kapital luar yang dapat membahayakan keberlangsungan dan kemandirian industri kecil ini. Karena itu para pelaku industri tempe lokal dan sistem pendukung industri nasional perlu diberdayakan agar memiliki kemandirian untuk mengatur moda produksinya. Pendekatan baru dengan *disruptive innovation* dapat berupa inovasi industri tempe berbasis potensi sumber-sumber lokal dan nasional. Inovasi yang dikembangkan bisa berupa salah satu atau kombinasi dari bahan baku, proses, produk, dan kelembagaan industri tempe lokal-nasional untuk mengurangi dominasi dari luar tersebut. Sebagai solusi misalnya *dengan mengekspos keunggulan produk tempe yang berbahan baku kedelai lokal dari aspek nutrisi (protein, dan rendemen), organoleptic (rasa) lebih gurih, kesehatan (antioksidan tinggi, serat pangan tinggi, dan bebas bahan*

kimia sintetis/organic dan bebas GMO). Melalui cara ini, maka hal ini dapat membuka wawasan bagi konsumen, pengrajin tempe, para peneliti dan pemerintah untuk mengkaji secara lebih seksama tentang berbagai bentuk inovasi yang dapat meningkatkan positioning industri tempe agar tidak tergantung secara berlebihan dengan dominasi pasokan kedelai impor. Dalam penelitian ini penekanan pada didaptkannya informasi secara fisiko kimia dan organoleptik produk inovatif dari tempe yang sehat bernilai ekonomi tinggi, berkelanjutan dan berbasis pada pasokan kedelai lokal/nasional.

Kedelai sebagai bahan baku utama tempe yang merupakan salah satu makanan asli Indonesia yang berpotensi sebagai sumber gizi masyarakat. Porsi kedelai sebagai bahan pasokan tempe adalah yang terbesar (mencapai 57 %); 30% lainnya adalah untuk pembuatan tahu dan selebihnya untuk produk olahan lain terkait. Sayangnya, sampai saat ini kebutuhan kedelai nasional masih mengandalkan impor (mencapai 68%), yang setara dengan 2.26 juta ton (BPS, 2015), yang dalam hal ini didominasi oleh produk impor dari Amerika Serikat (72%). Hal ini sangat disayangkan karena hasil temuan penelitian menunjukkan bahwa tempe yang berbahan dasar kedelai lokal justru memiliki keunggulan dilihat dari sifat fisiko-kimia dan organoleptiknya serta lebih sehat karena bebas dari rekayasa genetika. Mengingat potensi besar kedelai lokal-nasional tersebut, maka perlu dikembangkan tiga kegiatan strategis, yaitu: mengkaji industri pengolahan berbasis kedelai lokal, terutama terkait dengan: kualitas kedelai dari aspek fisiko-kimia dan organoleptiknya.

Beberapa penelitian sebelumnya (Purnama et al., 2012; Ginting et al., 2008; Meindrawan, 2012; Astawan, 2013; Hidayah et al., 2012) telah membuktikan berbagai keunggulan kedelai lokal untuk pembuatan tempe dibanding dengan kedelai impor terutama dari aspek fisiko-kimia dan organoleptiknya, serta lebih sehat karena bebas dari rekayasa genetika (Yudiono et al., 2018; Smith, 2007). Selanjutnya dinyatakan oleh (Purnama et al. 2012, Risnawati, 2015, dan Ginting et al., 2009) bahwa, hampir semua komponen kimia kedelai (protein, lemak, karbohidrat, abu) pada varietas lokal khususnya (Grobogan dan Burangrang) lebih

baik dibanding kedelai impor, kecuali untuk kadar air beberapa hasil penelitian (Purnama, 2012; Risnawati, 2015) masih ada beda kesimpulan. Meindrawan (2012) melaporkan bahwa aktivitas antioksidan kedelai lokal var. Grobogan lebih tinggi dibanding kedelai impor, sedang bobot biji khususnya varietas Burangrang lebih besar dibanding kedelai impor Ginting *et al.* (2009). Sejak tahun 1918-2016 telah terdokumentasi sebanyak 84 varietas kedelai lokal (Balitkabi, 2016). Merujuk berbagai hasil penelitian, beberapa varietas kedelai lokal berpotensi unggul digunakan sebagai bahan baku tempe di Indonesia. Pada dasarnya semua varietas kedelai lokal dapat digunakan sebagai bahan baku tempe. Namun ada beberapa varietas kedelai lokal yang lebih unggul digunakan sebagai bahan baku tempe karena membuat kualitas tempe baik dari karakteristik fisiko-kimia dan organoleptic. Varietas kedelai lokal yang sebaiknya digunakan untuk bahan baku tempe yaitu, Argomulyo, Anjasmoro, Dena 1, Burangrang, Gumitir, Argopuro, Gema, dan Devon 1 (Yudiono, *et al.*, 2018). Varietas-varietas tersebut memiliki kadar protein 28,1%-42%, berat biji 11,9g/100 biji-16g/100 biji, berwarna kuning dan berbentuk bulat atau bulat lonjong sehingga lebih sesuai untuk tempe dan membuat kualitas tempe menjadi baik (Balitkabi, 2016).

Kedelai atau *Glycine max* (L) Merr termasuk familia *Leguminoceae*, sub famili *Papilionaceae*, genus *Glycine max*, berasal dari jenis kedelai liar yang disebut *Glycine unriensis*. Secara fisik setiap kedelai berbeda dalam hal warna, ukuran dan komposisi kimianya. Perbedaan secara fisik dan kimia tersebut dipengaruhi oleh varietas dan kondisi dimana kedelai tersebut dibudidayakan (Ketaren, 2006). Biji kedelai tersusun atas tiga komponen utama, yaitu kulit biji, daging (kotiledon), dan hipokotil dengan perbandingan 8:90:2. Sedangkan komposisi kimia kedelai adalah 40,5% protein, 20,5% lemak, karbohidrat 22,2%, serat kasar 4,3%, abu 4,5%, dan air 6,6%. Kedelai merupakan sumber gizi yang sangat penting. Komposisi gizi kedelai bervariasi tergantung varietas yang dikembangkan dan juga warna kulit maupun kotiledonnya. Kandungan protein dalam kedelai kuning bervariasi antara 31-48% sedangkan kandungan lemaknya bervariasi antara 11-21%. Antosianin kulit kedelai mampu menghambat oksidasi

LDL kolesterol yang merupakan awal terbentuknya plak dalam pembuluh darah yang akan memicu berkembangnya penyakit tekanan darah tinggi dan berkembangnya penyakit jantung koroner (Astuti, 2000). Komposisi kimiawi kedelai kering per 100g biji dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Komposisi Kimiawi Kedelai Kering per 100g Biji

Komposisi	Jumlah*	Jumlah**
Kalori (kcal)	331	-
Protein (g)	34,9	46,2
Lemak (g)	18,1	19,1
Karbohidrat (g)	34,8	28,2
Kalsium (mg)	227	254
Fosfor (mg)	585	781
Besi (mg)	8,0	-
Vitamin A (SI)	110	-
Vitamin B1 (mg)	1,1	-
Air (g)	7,5	-

Sumber: *Koswara (2005) ** Sutomo (2008)

Dari Tabel 1.1 dapat diketahui bahwa kandungan protein dan lemak kedelai menurut Sutomo (2008) lebih tinggi daripada menurut Koswara (2005), hal ini dikarenakan pada data Sutomo (2008) hasil tersebut tanpa menggunakan kadar air, airnya dianggap sudah tidak ada, maka hasilnya akan lebih besar. Kandungan karbohidrat menurut Koswara (2005) lebih besar daripada Sutomo (2008), hal ini dikarenakan pada Koswara (2005), perhitungan yang digunakan menggunakan berat basah dan pada Sutomo (2008) menggunakan berat kering. Kandungan lemak kedelai sebesar 18-20% sebagian besar terdiri atas asam lemak (88,10%). Selain itu, terdapat senyawa fosfolipida (9,8%) dan glikolipida (1,6%) yang merupakan komponen utama membran sel.

Kedelai merupakan sumber asam lemak esensial linoleat dan oleat. Protein kedelai mengandung 18 asam amino yaitu 9 jenis asam amino esensial dan 9 jenis asam amino nonesensial. Asam amino esensial meliputi sistin, isoleusin, lisin, metionin, fenil alanin, treonin, triptofan,

dan valin. Asam amino non-essensial meliputi alanin, glisin, arginine, histidin, prolin, tirosin, asam aspartate dan asam glutamate (Smith dan Circle, 2008).

Protein pada kedelai sangat peka terhadap perlakuan fisik dan kimia, misalnya pemanasan dan perubahan pH dapat menyebabkan perubahan sifat fisik protein seperti kelarutan, viskositas dan berat molekul. Perubahan-perubahan pada protein memberikan peranan penting pada pengolahan pangan (Cahyadi, 2006). Tingginya kandungan gizi yang tinggi, terutama protein, menyebabkan kedelai diminato oleh masyarakat. Protein kedelai mengandung asam amino yang paling lengkap dibandingkan dengan jenis kacang-kacangan lainnya (Wolf dan Cowan, 2011).

Dewan Standardisasi Nasional (DSN) telah menetapkan Standar Nasional Indonesia untuk mutu fisik biji kedelai (SNI 01-3922-1995) yang masih berlaku sampai saat ini. Sebelumnya, digunakan standar mutu yang ditetapkan/disepakati secara bersama oleh Departemen Pertanian, Departemen Koperasi, dan BULOG pada tahun 1988 (Tabel 2). Secara substansial, komponen parameter mutu yang diacu relatif sama. Persyaratan kuantitatif untuk kedelai kuning*) dapat dilihat pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2 Persyaratan Kuantitatif untuk Kedelai Kuning*)

KOMPONEN	KEDELAI KUNING	
	B	C
Kadar air	Maks. 14%	Maks. 14%
Kadar kotoran	Maks. 3%	Maks. 5%
Butir belah	Maks. 3%	Maks. 5%
Butir rusak	Maks. 3%	Maks. 5%
Butir keriput	Maks. 5%	Maks. 8%
Butir warna lain	Maks. 5%	Maks. 10%

*) SK bersama Deptan, Depkop, dan BULOG No. 456/BUK/XI/1988.

Sumber: Purwadaria (2009)

Ada tiga faktor yang perlu diperhatikan untuk menghindari timbulnya masalah dalam penerapan standar mutu kedelai, yaitu: a) syarat kualitatif

dan kuantitatif biji kedelai, b) metode analisis yang digunakan, dan c) alat yang digunakan untuk menganalisis.

Ketiga hal tersebut telah dicantumkan pada SNI di samping cara pengambilan sampel/ccontoh yang juga penting dalam penentuan mutu. Berikut akan dibahas pengertian persyaratan standar mutu fisik kedelai, penerapannya dalam penanganan pascapanen, dan kemungkinan perbaikan/penambahan kriteria mutu berdasarkan kebutuhan pengguna dan penanganan pasca panennya.

Standar mutu biji kedelai, baik untuk jenis kuning, hitam, dan hijau maupun campuran ditetapkan dalam SNI 01-3922-1995 yang mengklasifikasikan mutu kedelai dalam empat tingkatan, yakni mutu I, II, III, dan IV (Tabel 3). Syarat umum atau kualitatif meliputi bebas hama dan penyakit (kutu, ulat, telur, kepompong), bebas bau busuk, asam atau bau asing lainnya, bebas dari bahan kimia seperti insektisida dan fungisida, memiliki suhu normal. Sedangkan persyaratan kuantitatif kacang kedelai menurut SNI 01-3922-1995 dapat dilihat pada Tabel 1.3.

Tabel 1.3 Persyaratan Kuantitatif Menurut SNI 01-3922-1995

NO.	KOMPONEN	PERSYARATAN MUTU			
		I	II	III	IV
1.	Kadar air	Maks.13%	Maks.14%	Maks.14%	Maks.16%
2.	Kadar kotoran	Maks. 0%	Maks.1%	Maks.2%	Maks.3%
3.	Butir belah	Maks. 1%	Maks.2%	Maks.3%	Maks.5%
4.	Butir rusak	Maks. 1%	Maks.2%	Maks.3%	Maks.5%
5.	Butir keriput	Maks. 0%	Maks.1%	Maks.3%	Maks.5%
6.	Butir warna lain	Maks. 1%	Maks.3%	Maks.5%	Maks.10%

Sumber: SNI (1995)

Pada Tabel 1.3 terlihat bahwa menurut SNI 01-3922-1995, persyaratan kuantitatif kacang kedelai dibagi menjadi empat mutu. Mutu pertama (I) jumlah kadar air maksimal 13%, jumlah kadar kotoran maksimal 0% atau dengan kata lain harus bersih dari kotoran, jumlah butir belah maksimal 1%, jumlah butir rusak maksimal 1%, jumlah butir keriput maksimal

0% atau dengan kata lain tidak boleh ada butir keriput, dan jumlah butir warna lain maksimal 1%. Mutu kedua (II) jumlah kadar air maksimal 14%, jumlah kadar kotoran maksimal 1%, jumlah butir belah maksimal 2%, jumlah butir rusak maksimal 2%, jumlah butir keriput maksimal 1%, dan jumlah butir warna lain maksimal 3%. Mutu ketiga (III) jumlah kadar air maksimal 14%, jumlah kadar kotoran maksimal 2%, jumlah butir belah maksimal 3%, jumlah butir rusak maksimal 3%, jumlah butir keriput maksimal 3%, dan jumlah butir warna lain maksimal 5%. Mutu keempat (IV) jumlah kadar air maksimal 16%, jumlah kadar kotoran maksimal 3%, jumlah butir belah maksimal 5%, jumlah butir rusak maksimal 5%, jumlah butir keriput maksimal 5%, dan jumlah butir warna lain maksimal 10%.

Urgensi penulisan monograf ini berdasar hasil penelitian penulis adalah: 1) bagi industri tempe berbahan kedelai lokal, adalah bermanfaat untuk memperbaiki tampilan dan mutu produksi tempe dengan memanfaatkan kelebihan dari jenis-jenis kedelai lokal dan/atau nasional sebagai bahan baku. Di tingkat nasional, hasil penelitian ini dapat memperkuat stabilitas ekonomi, karena modus kegiatan industrinya akan mengandalkan pada sumberdaya (kedelai) lokal-nasional yang sekaligus menghemat devisa. Dalam jangka panjang, bila industri tempe berbahan baku lokal ini berjalan, maka hal ini dapat memperkuat ekspor, bukan saja di wilayah Asia Tenggara, tetapi juga pasar internasional lainnya, 2) dari segi kesehatan dan gaya hidup, penelitian ini memberikan kontribusi penting karena produk tempe baru yang dihasilkan dapat menjamin kualitas kesehatan penduduk. Terdapat indikasi bahwa kedelai impor merupakan benih rekayasa genetik (*genetic modified organism*/GMO) yang saat ini masih kontroversial pemanfaatannya. Selain itu, dengan adanya kendali lokal-nasional terhadap produksi dan bahan bakunya, maka di masa depan terdapat peluang yang lebih besar untuk mengembangkan industri tempe organik atau yang bercita rasa khas karena keragaman varitas lokal yang tersedia yang produksinya memiliki potensi untuk tidak saja dikonsumsi oleh masyarakat lokal, tetapi juga regional, nasional, dan bahkan diekspor ke pasar global.



BAB II

KARAKTERISTIK FISIKO-KIMIA KEDELAI LOKAL VERSUS KEDELAI IMPOR SEBAGAI BAHAN BAKU TEMPE

A. Kandungan Antioksidan Kedelai Lokal vs Kedelai Impor

Asal Antioksidan dapat dari dalam tubuh dan luar tubuh, adanya sistem enzim antioksidan didalam tubuh yang bekerja secara simultan memetabolisme radikal bebas sehingga tidak meninggalkan kerusakan pada jaringan (Hodgson dan Levi, 2000). Antioksidan dari luar tubuh, terutama berasal dari makanan, atau komponen bahan makanan (fitokimia) seperti fenol karotenoid, atau alkaloid (Ariani dan Hastuti, 2009). Antioksidan untuk menetralsir radikal bebas dan mencegah kerusakan yang ditimbulkan oleh radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas sehingga menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas yang dapat menimbulkan stres oksidatif (Khlifi *et al.*, 2005). Radikal bebas sifatnya tidak stabil karena itu untuk

mencapai kestabilan akan bereaksi secara terus menerus dengan molekul disekitarnya dan apabila tidak dihentikan akan sangat berbahaya bagi kesehatan karena dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti kanker (Bhaigyabat *et al.*, 2011) penyakit degeneratif seperti jantung, katarak, penuaan dini (Kikuzaki *et al.*, 2002). Antioksidan merupakan senyawa kimia yang dapat menyumbangkan satu atau lebih elektron (elektron donor) kepada radikal bebas, sehingga reaksi radikal bebas tersebut dapat terhambat.

Dalam penelitian ini aktivitas antioksidan diukur dengan pengujian DPPH (Radical Searvenging Method) (Brand-Williams *et al.*, 1995). Prinsip metode DPPH adalah reaksi antara radikal bebas dari DPPH dengan hidrogen dari ekstrak sample. Ekstrak antioksidan merupakan donor hidrogen dan akan menangkap radikal larutan DPPH berwarna ungu yang berubah menjadi kuning. Perubahan warna ini akan ditunjukkan dengan nilai absorbansi sampel. Adapun kandungan antioksidan dari varietas kedelai lokal dan kedelai impor seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kandungan Antioksidan (%) Jenis Kedelai Lokal dan Impor

Jenis Kedelai		Ulangan			Rerata
		I	II	Total	
Lokal	Dena I	29,95	29,84	59,79	29,89c
	Demas	18,12	19,97	38,09	19,05b
	Devon I	35,31	35,89	71,2	35,60c
	Argomulyo	40,11	41,94	82,05	41,03d
Impor	Merk Bola	30,33	30,24	60,57	30,28b

Sumber: Yudiono (2020)

Dari Tabel 2.1 Terlihat bahwa hampir semua varietas kedelai lokal kandungan antioksidannya jauh lebih tinggi dibanding kedelai impor. Hal ini membuktikan bahwa produk yang berbasis kedelai lokal lebih sehat, karena antioksidan sangat berperan untuk mencegah penyakit degeneratif termasuk juga kanker. Menurut Astawan (2003) bahwa kedelai

sebagai bahan baku tempe mengandung isoflavon antioksidan. Isoflavon adalah antioksidan paling menonjol yang menjadi dominan yang bisa diukur dalam tes aktivitas antioksidan (Handajani, 2002). Selama fermentasi proses, glukosida isoflavon (daidzin dan genistin) dihidrolisis oleh glukosidase menjadi bentuk aglikon (daidzein dan genistein) lebih aktif sebagai antioksidan. Selain itu juga diproduksi glisitein dan faktor II (6,7,4 tri-hidroksiisoflavon). Faktor II memiliki 3 kali lebih banyak kekuatan antioksidan dari aglikon lainnya. Menurut Wang dan Murphy (1996) dalam Widoyo (2010), setelah 22 jam fermentasi, isoflavon aglikon yang terkandung dalam kedelai meningkat 6,5 kali dari kedelai rebus.

B. Bulk Density Kedelai Lokal vs Kedelai Impor

Bulk density adalah menggambarkan kerapatan/kepadatan bahan, variable ini dapat dikaitkan dengan daya serap air produk. *Bulk density* tinggi berarti kerapatan juga tinggi sehingga kemampuan menyerap air rendah. Adapun *bulk density* kedelai lokal dan impor seperti terlihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 *Bulk density* (G/MI) Jenis Kedelai Lokal dan Impor

Jenis Kedelai		Ulangan			Rerata
		I	II	Total	
Lokal	Dena	2,35	2,18	4,53	2,27a
	Demas	1,95	2,30	4,25	2,13a
	Devon	2,42	2,36	4,78	2,39a
	Argomulyo	2,40	2,29	4,69	2,35a
Impor	Merk Bola	2,16	2,14	4,30	2,15a

Sumber: Yudiono (2020)

Pada Tabel 2. terlihat bahwa hasil *bulk density* baik jenis kedelai lokal maupun impor tidak menunjukkan perbedaan, sehingga dapat disimpulkan bahwa ke-4 kedelai lokal daya kembangnya adalah sama disbanding kedelai impor. *Bulk density* adalah sifat fisik material yang dipengaruhi

oleh ukuran material dan kadar air, semakin kecil ukuran material dan kadar air maka *bulk density* juga semakin kecil. Hasil penelitian Apriliyanti (2010) menyatakan bahwa rendahnya kadar air menyebabkan tepung menjadi semakin ringan di wadah yang volumenya sama sehingga *bulk density* juga rendah/kecil.

C. Daya Bengkak Kedelai Lokal vs Kedelai Impor

Daya bengkak akan mengakibatkan terjadinya pelunakan biji. Uji daya bengkak memiliki hubungan atau korelasi dengan uji daya serap air (Suhartanti, 2010). Korelasi antara uji daya bengkak dengan uji daya serap dapat dilihat bahwa semakin besar daya serap air juga diiringi dengan semakin besarnya daya bengkak. Menurut Handajani dan Atmaka (2013) yaitu bahwa terjadi pembengkakan biji selama terjadi absorpsi air, yang merupakan penambahan volume biji. Menurut Kamil dalam Handajani dan Atmaka (2013), terdapat faktor yang mempengaruhi kecepatan absorpsi air antara lain permeabilitas kulit biji/membran biji, konsentrasi larutan, suhu, tekanan hidrostatis, luas permukaan biji yang kontak dengan air, daya intermolekuler, spesies, varietas, tingkat kemasakan dan komposisi kimia serta umur dari biji. Demikian juga pendapat Bewley and Black dalam Handajani dan Atmaka (2013), beberapa faktor yang mempengaruhi absorpsi air adalah anatomi kulit biji, lingkungan luar (tanah, cahaya, kelembaban), faktor genetik dan faktor lain termasuk ukuran biji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses perendaman tidak berbedanya terhadap daya bengkak dari masing-masing perlakuan. Daya bengkak digunakan sebagai indikator menentukan daya kembang suatu produk, hasil daya bengkak kedelai lokal maupun kedelai impor pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Daya Bengkak (%) Jenis Kedelai Lokal dan Impor

Jenis Kedelai		Ulangan			Rerata
		I	II	Total	
Lokal	Dena	2,38	2,01	4,39	2,20b
	Demas	1,36	1,29	2,65	1,32a
	Devon	2,16	2,42	4,58	2,29b
	Argomulyo	3,55	3,81	7,36	3,68c
Impor	Merk Bola	4,12	3,20	7,33	3,66c

Sumber: Yudiono (2020)

Pada Tabel 2.3 menunjukkan bahwa daya bengkak kedelai tertinggi didapat pada varietas lokal Argomulyo dan kedelai impor. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa daya kembang antara jenis Argomulyo sama dengan jenis kedelai impor, bahkan cenderung lebih tinggi. Daya bengkak biji kacang-kacangan, merupakan penambahan volume suatu biji karena udara yang terabsorpsi digantikan oleh air selama terjadinya absorpsi air. Terkait hal tersebut daya bengkak lebih banyak ditentukan oleh pembengkakan kulit biji, dan bukan oleh daging biji, sehingga akan terjadi pelunakan biji. Korelasi antara daya serap air dengan daya bengkak dapat dilihat bahwa semakin besar daya serap air juga diiringi dengan semakin besarnya daya bengkak. Hal ini sesuai pendapat Nabessa *et al.*, (1990) dalam Handajani (1993) yaitu bahwa terjadi pembengkakan biji selama terjadi absorpsi air, yang merupakan penambahan volume biji.

D. Kualitas Tanak Kedelai Lokal vs Kedelai Impor

Kualitas tanak berhubungan dengan daya absorpsi air dan daya bengkak, adapun kualitas tanak kedelai lokal dan impor disajikan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Kualitas Tanak (%) Jenis Kedelai Lokal dan Impor

Jenis Kedelai		Ulangan			Rerata
		I	II	Total	
Lokal	Dena	118,81	115,54	234,35	117,18b
	Demas	206,29	109,04	315,33	157,67d
	Devon	125,12	118,97	244,09	122,05b
	Argomulyo	128,47	136,45	264,92	132,46c
Impor	Merk Bola	123,25	97,58	220,83	110,42a

Sumber: Yudiono (2020)

Pada Tabel 2.4 menunjukkan bahwa kualitas tanak tertinggi didapat pada kedelai lokal varietas Demas kemudian Argomulyo, kedelai impor kualitas tanaknya terendah. Hal ini berarti membantah bahwa persepsi masyarakat khususnya pengrajin kedelai bahwa volume pengembangan kedelai lokal lebih rendah daripada kedelai impor adalah tidak benar. Sifat tanak meliputi pengembangan, kemampuan menyerap air, serta kelarutan padatan dalam air dalam air pemasak selama penanakan (Juliano, 1985).

E. Ukuran Biji Kedelai Lokal vs Kedelai Impor

Di bidang pertempaan ukuran biji kedelai merupakan salah satu kriteria penting bagi konsumen dan produsen/pengrajin tempe. Pengrajin tempe umumnya lebih menyukai biji kedelai yang berukuran besar karena hasil tempennya volumenya lebih besar, sehingga nilai keuntungan ekonomi per satuan berat bahan baku kedelai lebih tinggi. Ukuran besarnya biji diukur dengan uji bobot biji dari 100 biji, ukuran biji kedelai lokal dan impor disajikan pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Ukuran Biji (Bobot 100 Biji) Kedelai Lokal dan Impor

Jenis Kedelai	Bobot 100 biji (g)
Argomulyo	18 – 19
Grobogan	18
Panderman	15 – 17
Impor	14,80-15,80

Sumber: Ginting dkk. (2009)

Pada Tabel 2.5 terlihat bahwa bobot/ukuran biji kedelai lokal khususnya dari varietas Argomulyo dan Grobogan lebih besar disbanding kedelai impor, hal ini membuktikan bahwa persepsi masyarakat khususnya pengrajin tempe bahwa ukuran kedelai lokal adalah pasti lebih kecil dari kedelai impor adalah tidak benar.

F. *Water Absorption Index* (WAI) Kedelai Lokal vs Kedelai Impor

Terkait dengan pengembangan dan tekstur produk, indeks absorpsi air digunakan untuk mengukur kemampuan produk dalam menyerap air, adapun indeks absorpsi air kedelai lokal dan impor terlihat di Tabel 2.6.

Tabel 2.6 *Water Absorption Index* (ml/g) Jenis Kedelai Lokal dan Impor

Jenis Kedelai		Ulangan			Rerata
		I	II	Total	
Lokal	Dena	1,04	2,82	3,86	1,93a
	Demas	3,62	1,88	5,50	2,75b
	Devon	1,50	1,62	3,12	1,56a
	Argomulyo	2,28	3,00	5,28	2,64b
Impor	Merk Bola	1,84	1,24	3,08	1,54a

Sumber: Yudiono (2020)

Pada Tabel 2.6. terlihat bahwa hasil WAI kedelai lokal varietas Argomulyo dan Demas tertinggi, justru kedelai impor adalah yang

terendah. Besarnya daya absorpsi air ada hubungannya dengan pelunakan biji kacang-kacangan. Menurut Kamil dalam Handajani (1993), beberapa faktor yang mempengaruhi kecepatan penyerapan air adalah permeabilitas kulit biji/membran biji, konsentrasi larutan, suhu, tekanan hidrostatik, luas permukaan biji yang kontak dengan air, daya intermolekuler, spesies, varietas, tingkat kemasakan dan komposisi kimia serta umur dari biji. Sedang menurut Bewley and Black dalam Handajani (1993), beberapa faktor yang mempengaruhi absorpsi air adalah anatomi kulit biji, lingkungan luar (tanah, cahaya, kelembaban), faktor genetik dan faktor lain termasuk ukuran biji.

G. *Water Solubility Index* (WSI) Kedelai Lokal vs Kedelai Impor

Water solubility index digunakan untuk mengukur besarnya indeks kelarutan bahan di dalam air, adapun WSI kedelai lokal dan impor terlihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7. *Water Solubility Index* (g/ml) Jenis Kedelai Lokal dan Impor

Jenis Kedelai		Ulangan			Rerata
		I	II	Total	
Lokal	Dena	4,63	4,31	8,94	4,47a
	Demas	4,39	4,24	8,63	4,32a
	Devon	9,90	5,36	15,26	7,63b
	Argomulyo	4,85	3,81	8,66	4,33a
Impor	Merk Bola	7,08	9,71	16,79	8,39b

Sumber: Yudiono (2020)

Pada Tabel 2.7. terlihat bahwa kelarutan tertinggi adalah varietas Devon (lokal) dan kedelai impor. Menurut Winarno (2004), kelarutan dipengaruhi oleh gugus hidrofobik dan hidrofilik pada asam amino. Asam amino hidrofobik bersifat non polar bersifat menyerap minyak contohnya glisin, alanine, valin, leusin, isoleusin, gliadin, dan glutenin

(Harper, 1979). Asam amino hidrofilik bersifat polar dan menyerap air, contohnya: albumin, globulin, dan glisin.

H. Kandungan Protein Kedelai Lokal vs Kedelai Impor

Parameter gizi yang utama untuk biji kedelai adalah protein, karena kedelai dikenal sebagai sumber gizi (protein) yang murah dan terjangkau bagi seluruh lapisan masyarakat Indonesia disbanding sumber protein hewani. Adapun hasil berbagai penelitian tentang kandungan protein biji kedelai lokal dan impor terlihat pada Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Kandungan Protein Biji Kedelai Lokal dan Impor

Sumber	Biji Kedelai	
	Lokal	Impor
Purnama dkk. (2012)	32,58% (Grobogan)	31,47%
Risnawati (2015)	29,705%	28,62%
Ginting dkk.,(2009)	43,90% (Grobogan) 45,60% (Detam2)	36,80%

Pada Tabel 2.8. terlihat bahwa beberapa varietas lokal seperti Grobogan, Detam, Anjasmoro, dan Galunggung mempunyai kandungan protein lebih tinggi dibanding kedelai impor. Hal ini menunjukkan bahwa dari aspek gizi terutama sebagai sumber protein, beberapa varietas lokal lebih unggul disbanding kedelai impor. Menurut SNI kadar protein minimal 16%.

I. Kandungan Fisikokimia Lainnya Kedelai Lokal vs Impor

Fisikokimia lain kedelai yang mempengaruhi kualitas tempe dapat dilihat pada Tabel 2.9.

Tabel 2.9 Kandungan Fisikokimia Lainnya Kedelai Lokal dan Impor

Fisikokimia kedelai	Grobogan	Impor
Kadar air (%)	13,27 ± 1,0516	11,42 ± 0,4278
Kadar abu (%)	4,47 ± 1,2015	5,1 ± 0,4310
Kadar serat (%) *	6,53±0,06	6,21±0,09
Kadar Karbohidrat (%)	4,33 ± 1,7164	4,09 ± 2,5181
Densitas (g/ml) **	0,65 (Bromo)	0,68
Rendemen (%)***	152,50 (Burangrang)	138,40

Sumber: Purnama, (2012), *Endrasari et al.,(2012), **Hidayah et al., (2012),
***Ginting et al., (2009)

Kadar air bahan sangat penting disamping sebagai parameter daya simpan/keawetan juga terkait dengan tingkat pengembangan. Kadar air yang rendah bahan lebih awet dan daya kembangnya lebih tinggi karena lebih banyak menyerap air dalam proses perendaman. Perbedaan kadar air yang terjadi sebagian besar dipengaruhi oleh proses pemanasan pada masing-masing perlakuan. Kadar air produk juga dipengaruhi oleh kadar air awal bahan bakunya (Risnawati, 2015). Perbedaan kadar air disebabkan karena jenis kedelai yang berbeda dan suhu penyimpanan (Hertini dkk, 2013). Ketebalan bahan dan lamanya pengeringan juga sangat mempengaruhi hasil yang diperoleh (Mukhsinatunisa, 2013). Menurut SNI kadar air maksimal adalah 14 %.

Kadar abu Tabel 2.9. Kedelai lokal (Grobogan) lebih kecil dibanding kedelai impor. Dalam analisa kadar abu bertujuan untuk memisahkan bahan organik dan bahan anorganik suatu bahan pangan. Kandungan bahan organik suatu pangan terdiri dari protein kasar, lemak kasar, serat kasar dan bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN). Kadar abu adalah suatu bahan yang menggambarkan banyaknya mineral yang tidak terbakar suhu 400-600 derajat Celcius menjadi zat yang dapat menguap (Karra, 2007; Halim, 2006).

Semakin besar kadar abu suatu bahan makanan menunjukkan mineral yang dikandung oleh makanan tersebut (Ningrum, 1999; Sulaswatty,

2001). Menurut Cherney (2000) abu terdiri dari mineral yang larut dalam detergen dan mineral yang tidak larut dalam detergen. Kadar abu kedelai dalam SNI belum ada penentuan tetapi untuk produk olahannya terutama kedelai kadar abu maksimalnya adalah 1,5%. Karena dalam kadar abu terdiri dari mineral makro dan mineral mikro. Pembatas kandungan mineral adalah keberadaan mineral mikro, keberadaannya memang sangat penting namun kalau terlalu tinggi akan berbahaya bagi kesehatan. Abu total yang terkandung di dalam produk pangan sangat dibatasi jumlahnya, kandungan abu total bersifat kritis. Kandungan abu total yang tinggi dalam bahan dan produk pangan merupakan indikator yang sangat kuat bahwa produk tersebut potensi bahayanya sangat tinggi untuk dikonsumsi. Mineral yang ditemukan dalam bahan pangan tergabung dalam persenyawaan anorganik dan ada pula yang ditemukan dalam bentuk unsur (Murray dkk, 2003).

Dari Tabel 2.9. Kandungan serat pangan biji kedelai lokal (Grobogan) dan impor tidak menunjukkan perbedaan (6,53% dan 6,21%). Serat pangan, dikenal juga sebagai serat diet atau *dietary fiber*, merupakan bagian dari tumbuhan yang dapat dikonsumsi dan tersusun dari karbohidrat yang memiliki sifat resistan terhadap proses pencernaan dan penyerapan di usus halus manusia serta mengalami fermentasi sebagian atau keseluruhan di usus besar. Serat pangan mencakup polisakarida, oligosakarida, lignin, serta substansi lainnya yang berhubungan dengan tumbuhan (AACC Report, 2001). Trowell *et al.* (1985) mendefinisikan serat pangan adalah sisa dari dinding sel tumbuhan yang tidak terhidrolisis atau tercerna oleh enzim pencernaan manusia yaitu meliputi hemiselulosa, selulosa, lignin, oligosakarida, pektin, gum, dan lapisan lilin. Berdasarkan kelarutannya serat pangan terbagi menjadi dua yaitu serat pangan yang terlarut dan tidak terlarut. Serat pangan terlarut meliputi pektin, beta glukomanan, gum, serta beberapa oligosakarida yang tidak tercerna termasuk inulin di dalamnya, sedangkan serat tidak larut meliputi lignin, selulosa, dan hemiselulosa (AACC Report, 2001).

Karbohidrat merupakan sumber kalori utama, juga mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya

rasa, warna, tekstur, dan lain-lain. Karbohidrat berguna untuk mencegah timbulnya ketosis, pemecahan protein tubuh yang berlebihan, kehilangan mineral dan berguna untuk membantu metabolisme lemak dan protein (Winarno, 2004). Densitas sangat terkait dengan *bulk density* dimana semakin rendah densitasnya akan menunjukkan bahan tersebut kerapatannya semakin rendah, artinya bahan tersebut pemekarannya/daya kembangnya semakin besar karena penyerapan air saat perendaman semakin besar. Tabel 2.9 menunjukkan kedelai lokal relatif lebih kecil dibanding kedelai impor.

Rendemen untuk kedelai dapat digunakan sebagai indikator kandungan senyawa organik yang ada dalam biji kedelai. Untuk biji kedelai kandungan senyawa penting yang menunjukkan rendemen adalah senyawa protein. Fenomena meningkatnya rendemen tahu seiring dengan meningkatnya kadar protein biji kedelai pada 16 varietas/galur kedelai (Kusbiantoro, 1993 dalam Ginting dkk., 2009). Pada Tabel 2.9, terlihat bahwa rendemen kedelai lokal (Burangrang) lebih tinggi dibanding kedelai impor.

J. Rendemen

Rendemen merupakan suatu ukuran yang berdasarkan satuan berat. Perhitungan rendemen selanjutnya akan digunakan untuk menghitung efektivitas biaya (Astawan, *et al.* 2013). Manfaat pengukuran rendemen adalah untuk mengetahui kesetaraan hasil dari suatu produk. Semakin tinggi rendemen tempe yang dihasilkan maka tempe tersebut semakin disukai oleh pengusaha karena lebih menguntungkan (Arwin, 2014). Nilai rata-rata rendemen berbagai varietas kedelai seperti pada Tabel 2.10.

Tabel 2.10 Nilai Rata-rata Uji Rendemen (%) Berbagai Varietas Kedelai

Varietas (B)	Ulangan			Rata-rata(%)
	1	2	3	
Impor (B1)	89,91	83,91	83,90	83,91 ^e ± 0,005
Argomulyo (B2)	91,78	91,79	91,78	91,78 ^h ± 0,000
Demas -1 (B3)	74,70	74,70	74,69	74,70 ^b ± 0,005
Devon-1 (B4)	96,34	96,34	96,33	96,34 ⁱ ± 0,005
Dena-1 (B5)	90,00	90,08	90,79	90,29 ^g ± 0,435

Sumber: Yudiono (2020)

Pada Tabel 2.10 menunjukkan bahwa rerata uji rendemen varietas kedelai lokal Devon-1 paling tinggi sebesar 96,34%. Hasil uji rendemen menurut Thoha (2008) menunjukkan pembuatan tempe semua tergolong ke dalam rendemen yang sedang karena memiliki rendemen antara 80-96%, hal ini menunjukkan bahwa tempe yang memiliki rendemen tergolong bagus berada pada nilai rendemen antara 80-96%. Kadar rendemen berbanding lurus dengan kadar protein tempe. Penurunan kadar rendemen disebabkan karena pengaruh dari proses perendaman, semakin lama proses perendaman akan mempengaruhi rendemen pada kedelai. Banyaknya struktur pada kedelai yang terlepas karena proses perendaman sehingga rendemen kedelai berkurang.

Faktor yang mempengaruhi kadar rendemen tempe menurut Astawan *et al.* (2013) adalah perbedaan proses penanganan, pengeringan, penyimpanan dan pendistribusian kedelai oleh pemasok/supplier. Karakteristik Devon-1 memiliki kadar rendemen kedelai yang paling tinggi, hal ini disebabkan Devon-1 merupakan salah satu kedelai lokal yang memiliki grafik dengan kadar rendemen tempe pada 68% kualitas bagus, dengan hasil karakteristik yang paling tinggi disebabkan karena proses perawatan dan pengolahan yang berbeda, sehingga menyebabkan nilai rendemen kurang dari 100%. Hasil analisa rendemen tempe dari semua perlakuan diperoleh kurang dari 100%. Hal ini dikarenakan pada saat proses perendaman kedelai mengembang, lalu setelah itu mengalami proses pengupasan kulit ari.

Proses pengupasan kulit ari tersebut membuat rendemen tempe kurang dari 100%, karena kulit ari dari kedelai dipisahkan dan dibuang.

Karakteristik kedelai ini mampu menyerap air cukup banyak dan dapat menyebabkan berat naik menjadi dua kali lipat, dengan sifat biji yang keras dan daya serap air tergantung ketebalan kulit. Kulit inilah yang ingin dikupas secara mekanis dengan semaksimal mungkin tidak membelah kedelai apalagi merusak kedelai sehingga mutu dari kedelai baik dan tetap utuh (Damayanthi, 2011). . Proses perendaman akan menyebabkan kedelai menyerap air cukup banyak dapat menyebabkan berat naik menjadi dua kali lipat, diiringi dengan daya serap air pada biji kedelai sehingga kulit kedelai akan terkelupas dari bijinya, kulit akan terkelupas sehingga akan mempengaruhi rendemen kedelai (Miskah, 2009).

K. Kulit Kupas

Kedelai sebagai bahan untuk membuat tempe. Kedelai yang baik adalah kedelai yang terkelupas kulit arinya dengan bantuan alat pengupas kulit ari kedelai. Semakin mudah kulit kedelai terkelupas semakin mudah kedelai diproses menjadi tempe. Kedelai yang masih terbungkus kulit ari tidak dapat terproses oleh ragi tempe dan akibatnya tempe yang dihasilkan akan busuk (Wisnujati, 2016).

Uji kulit kupas digunakan untuk mengetahui efisiensi dan pemisahan kulit kacang kedelai. Hasil ini didapatkan dengan cara membagi antara kapasitas pengupasan dengan kapasitas hasil pemisahan (biji yang dihasilkan). Efisiensi pengelupasan kulit kedelai dipengaruhi oleh lamanya perendaman. Menurut Suhaidi (2013) perendaman juga dapat mempermudah pengupasan kulit kedelai akan tetapi perendaman yang terlalu lama dapat mengurangi total kepadatan. Nilai rata-rata uji kulit kupas dari berbagai varietas kedelai setelah direndam selama 12 jam dapat dilihat pada Tabel 2.11.

Tabel 2.11 Nilai Rata-rata Uji Kulit Kupas Dari Berbagai Varietas Kedelai Setelah Direndam 12 Jam

Varietas (B)	Ulangan			Rata-rata (%)
	1	2	3	
Impor (B1)	13,84	13,79	13,75	13,79 ^a ± 0,047
Argomulyo (B2)	17,38	17,32	17,25	17,32 ^f ± 0,070
Demas -1 (B3)	18,73	18,73	19,50	18,99 ^g ± 0,446
Devon-1 (B4)	18,93	18,86	18,81	18,87 ^g ± 0,061
Dena-1 (B5)	16,87	16,82	16,77	16,82 ^e ± 0,052

Sumber: Yudiono (2020)

Berdasarkan Tabel 2.11 menunjukkan bahwa rerata uji kulit kupas pada varietas kedelai lokal Demas-1 paling tinggi sebesar 18,99%. Rerata uji kulit kupas tempe pada lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai Impor paling rendah sebesar 14,43%. Proses perendaman akan mempengaruhi kulit kupas pada kedelai, semakin lama perendaman maka proses kulit kupas akan semakin mudah.

Proses perendaman adalah mempengaruhi efisiensi proses pengupasan kulit kedelai (Wisnujati, 2006). Dalam menentukan kemampuan kulit kedelai sampai terkelupas perlu juga diketahui sifat-sifat dari kedelai itu sendiri. Biji kedelai berkeping dua terbungkus kulit biji. Proses perendaman akan menyebabkan kedelai menyerap air cukup banyak dapat menyebabkan biji kedelai terkelupas dari kulit kedelai akan terkelupas dari bijinya, kulit akan terkelupas. Kulit kupas pada perlakuan lama perendaman setiap varietas kedelai memiliki nilai yang berbeda-beda, nilai 13,79% varietas kedelai impor dan tertinggi pada varietas Demas-1 dengan nilai 18,99% perbedaan tersebut dikarenakan karakteristik ketebalan kulit kedelai yang berbeda (Annas, 2002). Semakin rendah nilai kulit kupas dari kedelai maka semakin mudah dikupas kulit arinya, dikarenakan memiliki ketebalan yang lebih rendah. Sedangkan semakin besar nilai kulit kupas dari kedelai maka semakin sulit dikupas kulit arinya. Hal ini dikarenakan kulit ari kedelai tersebut lebih tebal. Perendaman ini akan menyebabkan

kedelai mengembang (Miskah, 2009). Setelah direndam, kedelai dibuang kulitnya. Cara tradisional yang sering dilakukan oleh para pengrajin tempe adalah menempatkan kedelai dalam keranjang bambu. Sambil disiram dengan air dingin, kedelai diinjak berulang-ulang sehingga kulit kedelai terkelupas dari bijinya.



BAB III

KARAKTERISTIK METABOLIT PRIMER- SEKUNDER DAN AFLATOKSIN TEMPE DENGAN BAHAN BAKU KEDELAI LOKAL VERSUS KEDELAI IMPOR

Kedelai dikenal sebagai salah satu sumber protein nabati yang paling baik dengan kandungan protein sebesar 34–44% (Raghuvansi, 2008). Kedelai mengandung asam amino esensial yang paling lengkap macamnya meskipun mempunyai asam amino pembatas yaitu asam amino yang mengandung sulfur. Kandungan lemak pada kedelai 18–20% dan sebagian besar terdiri atas trigliserida, sedangkan karbohidrat kedelai sekitar 25,4–32,5% yang terdiri atas monosakarida, oligosakarida, pati, dan karbohidrat lain. Kedelai juga merupakan sumber mineral yang baik, yaitu kalsium, zat besi (Fe), Cu, Zn, Mg, dan Na (Astuti, 2002).

Kacang-kacangan mengandung senyawa fenolik dalam beberapa bentuk. Senyawa fenolik yang terdapat dalam kacang-kacangan antara lain asam hidroksibenzoat, asam hidroksisinamat baik dalam bentuk bebas maupun terikat, flavonoids terutama flavan-3-ols, flavonols dan flavones

yang terdapat dalam bentuk glikosida. Sebagian senyawa fenolik berperan sebagai zat antioksidan, namun adapula yang memiliki sifat antinutrisi (Becker dan Siddhuraju, 2006). Antioksidan merupakan komponen yang mampu menghambat proses oksidasi, yaitu proses yang dapat menyebabkan kerusakan dan ketengikan (Brown, 2000).

Kacang-kacangan mengandung antioksidan dan aflatoksin. Aflatoksin adalah mikotoksin yang sering mencemari biji-bijian, kacang-kacangan dan juga produk biji-bijian maupun kacang-kacangan seperti tempe. Tempe yang terbuat dari fermentasi kacang kedelai dengan menggunakan jamur *R. oligophorus* dan *R. oryzae* bisa terindikasi aflatoksin. Jamur yang dipakai untuk membuat tempe dapat menurunkan kadar aflatoksin hingga 70%. Mengingat banyaknya kandungan yang terdapat pada tempe, penulis ingin meneliti mengenai aktivitas antioksidan, senyawa fenolik dan kandungan aflatoksin pada tempe dari berbagai varietas kedelai. Varietas kedelai lokal yang akan digunakan peneliti sebagai bahan baku tempe yaitu Dena 1, Devon 1, dan Anjasmoro. Sedangkan kedelai impor yang akan digunakan adalah kedelai merk "Bola".

A. Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan merupakan kemampuan senyawa antioksidan menghalangi radikal bebas yang dinyatakan dalam persentase (%). Analisis aktivitas antioksidan pada penelitian ini menggunakan metode DPPH (2,2,-difenill-prikilhidrazil). DPPH adalah senyawa organik yang stabil dan berwarna ungu yang digunakan untuk penangkapan radikal bebas dari beberapa komponen alam seperti isoflavon pada kedelai. Isoflavon merupakan komponen alam yang berperan sebagai antioksidan alami. Hasil analisis data anova pada uji aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Lampiran 2. Hasil aktivitas antioksidan pada kedelai dan tempe dari berbagai varietas kedelai menggunakan metode DPPH dapat dilihat pada Tabel 3.1 dan 3.2.

Tabel 3.1 Rerata Aktivitas Antioksidan (%) Berbagai Varietas Kedelai

No	Varietas Kedelai	Aktivitas Antioksidan (%)
1.	Cap Bola	25,08
2.	Dena 1	24,78
3.	Devon 1	32,74
4.	Anjasmara	34,57

Sumber: Yudiono et al.(2020)

Tabel 3.2 Rerata Aktivitas Antioksidan (%) Tempe dari Berbagai Varietas Kedelai

No	Varietas Kedelai	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
1.	Cap Bola	30,33	30,68	30,24	91,25	30,42 ± 0,23 ^b
2.	Dena 1	29,95	29,71	29,84	89,50	29,83 ± 0,12 ^a
3.	Devon 1	35,31	35,89	34,97	106,17	35,39 ± 0,47 ^c
4.	Anjasmara	38,54	38,87	38,45	115,86	38,62 ± 0,22 ^d

Sumber: Yudiono et al. (2020)

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji LSD 5% = 1,4748

Tabel 3.1 dan 3.2 terlihat bahwa aktivitas antioksidan (%) pada tempe lebih tinggi dibandingkan dengan aktivitas antioksidan (%) pada kedelai. Aktivitas antioksidan pada tempe kedelai impor cap “Bola” sebesar 30,42%, sedangkan aktivitas antioksidan pada kedelai impor cap “Bola” sebesar 25,08%. Aktivitas antioksidan pada tempe kedelai lokal varietas Dena 1 sebesar 29,83%, sedangkan aktivitas antioksidan pada kedelai lokal varietas Dena 1 sebesar 24,78%. Aktivitas antioksidan pada tempe kedelai lokal varietas Devon 1 sebesar 35,39%, sedangkan aktivitas antioksidan pada kedelai lokal varietas Devon 1 sebesar 32,74%. Aktivitas antioksidan pada tempe kedelai lokal varietas Anjasmara sebesar 38,62%, sedangkan aktivitas antioksidan pada kedelai lokal varietas Anjasmara sebesar 34,57%. Aktivitas antioksidan pada tempe lebih tinggi daripada

aktivitas antioksidan pada kedelai karena senyawa isoflavon pada kedelai mengalami metabolisme saat proses perendaman. Proses perendaman memberi kesempatan pertumbuhan bakteri-bakteri asam laktat sehingga terjadi penurunan pH dalam biji menjadi sekitar 4,5–5,3. Bakteri yang berkembang pada kondisi tersebut antara lain *Lactobacillus casei*, *Streptococcus faecium*, dan *Streptococcus epidermidis*. Penurunan pH biji kedelai tidak menghambat pertumbuhan jamur tempe, tetapi dapat menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri kontaminan.

Pada Tabel 3.1 menunjukkan bahwa rerata aktivitas antioksidan pada tempe paling tinggi dari varietas kedelai lokal Anjasmara sebesar $38,62 \pm 0,22^d$. Rerata aktivitas antioksidan pada tempe paling rendah dari dengan varietas kedelai lokal Dena 1 sebesar $29,83 \pm 0,12^a$. Pada Tabel 3.1 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan tempe dari setiap perlakuan yaitu varietas kedelai berbeda nyata jika dilihat dari nilai signifikan $> 0,05$ sehingga setiap perlakuan memiliki notasi huruf yang berbeda.

Aktivitas antioksidan pada tempe dari berbagai varietas kedelai memiliki nilai yang berbeda-beda aktivitas antioksidan pada tempe bergantung pada kandungan dari varietas kedelai dan kondisi lingkungan tumbuh tanaman. Antioksidan alami berasal dari senyawa fenolik seperti golongan flavonoid. Flavonoid merupakan metabolit sekunder yang dihasilkan tanaman, yang dapat berfungsi mencegah terjadinya kerusakan sel akibat radikal bebas. Metabolit sekunder adalah senyawa organik yang dihasilkan tumbuhan yang tidak memiliki fungsi langsung pada fotosintesis pertumbuhan atau respirasi, transport solute, translokasi, sintesis protein, asimilasi nutrient, diferensiasi, pembentukan karbohidrat, protein dan lipid.

Metabolit sekunder seringkali hanya dijumpai pada satu spesies atau sekelompok spesies berbeda dengan metabolit primer (asam amino, nukleotida, gula, lipid yang dijumpai hampir di semua kingdom tumbuhan. Metabolit sekunder merupakan hasil samping atau intermediet metabolisme primer. Adapun kelompok utama metabolit sekunder yaitu terpen, senyawa fenol dan produk sekunder yang mengandung nitrogen (Mastuti, 2016).

Flavonoid memiliki beberapa subkelas, salah satunya yaitu isoflavon (Cahyati *et al.*, 2013). Tingkat kandungan isoflavon yang diperoleh dari biji kedelai bervariasi, tergantung pada genotipe, kualitas benih termasuk jangka waktu penyimpanan, budidaya, dan lingkungan (biotik dan abiotik). Varietas kedelai yang secara genetik berpotensi memiliki kandungan isoflavon tinggi dapat dikombinasikan dengan teknik budi daya yang baik untuk mendapatkan kandungan isoflavon yang maksimal. Faktor budidaya dan lingkungan, antara lain musim tanam (tanggal dan tahun tanam), umur panen, lokasi tanam, pengairan, sinar UV dan kandungan unsur hara tanah (Hasanah *et al.* 2015). Varietas yang sama ditanam pada tahun yang sama, tetapi tanggal tanam berbeda menghasilkan kedelai dengan kandungan isoflavon berbeda. Demikian pula untuk musim tanam yang berbeda. Menanam kedelai pada musim hujan (Oktober-Desember) menghasilkan kedelai dengan kandungan genistein, daidzein, glisitein, dan total isoflavon lebih tinggi dibandingkan kedelai yang ditanam pada musim kemarau (Juni-September) untuk varietas yang sama (Hasanah *et al.*, 2015).

Suhu lingkungan juga sangat berpengaruh, terutama pada saat pengisian polong diperlukan suhu rendah (14,5°C–24,3°C). Isoflavon sebagai salah satu komponen metabolit sekunder, sintesisnya juga terjadi bersamaan dengan pengisian polong, sehingga memerlukan suhu rendah (Kim *et al.* 2005). Pada fase tersebut enzim pemecah metabolit sekunder aktivitasnya menurun sehingga kandungan isoflavon pada biji meningkat dan akumulasinya dapat mencapai 30% (Kim *et al.* 2014). Ketersediaan lengas tanah pada fase pengisian polong juga menentukan kandungan isoflavon biji kedelai. Kandungan lengas tanah saat pengisian polong 50% dari titik jenuhnya, kandungan isoflavon biji tinggi sedangkan kandungan lengas tanah mencapai 100% titik jenuh akan menghasilkan biji kedelai dengan kandungan isoflavon rendah karena unsur haranya tercuci (Vamerali *et al.* 2012).

Pemupukan berimbang selain mempengaruhi hasil panen kedelai, juga mempengaruhi kadar isoflavon biji. Selain unsur N, K adalah unsur kedua terbanyak dalam biji kedelai yang berperan dalam sintesis isoflavon

yaitu sebagai esensial aktivator yang mengkatalisasi berbagai aktivitas metabolik pada biji kedelai (Vyn *et al.*, 2002). Pada tanah yang kahat K (kurang dari 61 mg/L), penambahan pupuk kalium sebanyak 100 kg/ha dapat meningkatkan kandungan isoflavon kedelai secara signifikan. Sebaliknya, kandungan hara K lebih dari 61 mg/L tidak meningkatkan lagi kandungan isoflavon (Vyn *et al.*, 2002). Pemanenan dilakukan ketika tanaman sudah mencapai fase masak fisiologis, karena saat itulah kandungan isoflavon pada biji mencapai titik optimum. Posisi polong dan biji pada tanaman kedelai juga mempengaruhi kandungan isoflavon. Polong dan biji yang berada 20 cm dari atas permukaan tanah mempunyai kandungan isoflavon lebih tinggi daripada yang berada di atasnya (lebih dari 20 cm). Selain itu, polong dan biji yang terdapat pada cabang tanaman kedelai juga berpotensi lebih tinggi kandungan isoflavonnya dibandingkan polong yang berada pada batang utama (Vamerali *et al.* 2012).

B. Total Polifenol

Senyawa fenolik terdiri atas molekul-molekul besar dengan beragam struktur, karakteristik utamanya adalah adanya cincin aromatik yang memiliki gugus hidroksil. Kebanyakan senyawa fenolik termasuk ke dalam kelompok flavonoid (Pratt dan Hudson, 2000). Pengujian Total Senyawa Fenolik pada kedelai dan tempe dari berbagai varietas kedelai menggunakan metode Folin-Ciaucleu dapat dilihat pada Tabel 3.3 dan 3.4.

Tabel 3.3. Rerata Total Senyawa Fenolik (%) Berbagai Varietas Kedelai

No	Varietas Kedelai	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
1.	Cap Bola	12,45	12,26	12,5	37,26	13,24
2.	Dena 1	11,70	13,21	12,26	37,17	12,39
3.	Devon 1	13,30	13,77	13,58	40,65	13,55
4.	Anjasmara	15,28	14,81	15,19	45,28	15,09

Sumber: Yudiono *et al.* (2020)

Tabel 3.4. Rerata Total Senyawa Fenolik (%) Tempe dari Berbagai Varietas Kedelai

No	Varietas Kedelai	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata
		1	2	3		
1.	Cap Bola	14,06	13,77	14,15	41,98	13,99±0,20 ^a
2.	Dena 1	13,68	13,96	14,89	13,96	13,96±0,29 ^a
3.	Devon 1	14,24	13,96	14,53	42,73	14,24±0,29 ^b
4.	Anjasmara	16,89	15,85	16,04	48,78	16,26±0,29 ^c

Sumber: Yudiono et al. (2020)

Keterangan: Angka yang diikuti notasi huruf yang berbeda menunjukkan berbeda nyata pada uji LSD 5% = 0,6714

Pada Tabel 3.3 dan 3.4 Total Senyawa Fenolik (%) pada tempe lebih tinggi dibandingkan dengan Total Senyawa Fenolik (%) pada kedelai. Total senyawa fenolik pada tempe kedelai impor cap “Bola” sebesar 13,99%, sedangkan total senyawa fenolik pada kedelai impor cap “Bola” sebesar 12,39%. Total senyawa fenolik pada tempe kedelai lokal varietas Dena 1 sebesar 13,96%, sedangkan total senyawa fenolik pada kedelai lokal varietas Dena 1 sebesar 12,39%. Total senyawa fenolik pada tempe kedelai lokal varietas Devon 1 sebesar 14,24%, sedangkan total senyawa fenolik pada kedelai lokal varietas Devon 1 sebesar 13,55%. Total senyawa fenolik pada tempe kedelai lokal varietas Anjasmara sebesar 16,26%, sedangkan total senyawa fenolik pada kedelai lokal varietas Anjasmara sebesar 15,09%.

Pada Tabel 3.4 menunjukkan bahwa rerata total senyawa fenolik pada tempe paling tinggi dengan varietas kedelai lokal Anjasmara sebesar 16,26±0,29^c. Rerata aktivitas antioksidan pada tempe paling rendah dari varietas kedelai lokal Dena 1 sebesar 13,96±0,29^a. Pada Tabel 3.4 menunjukkan bahwa total senyawa fenolik tempe dari perlakuan A₁ dengan A₂ tidak berbeda nyata dibuktikan dengan notasi huruf yang sama, perlakuan A₂ dengan A₃ berbeda nyata dibuktikan dengan notasi huruf yang berbeda, dan perlakuan A₃ dengan A₄ berbeda nyata jika dilihat dari nilai signifikan > 0,05 dibuktikan dengan notasi huruf yang berbeda.

Pada total senyawa fenolik pada tempe berlaku hal yang sama dengan aktivitas antioksidan yaitu besarnya total senyawa fenolik (%) dipengaruhi oleh kandungan dari varietas kedelai yang digunakan kondisi lingkungan tumbuh tanaman seperti musim tanam, umur panen, pengairan, dan kandungan unsur hara tanah, budidaya, dan penanganan pascapanen serta proses pengolahannya (Hasanah *et al.*,2015).

Senyawa fenolik berfungsi sebagai antioksidan namun tidak semua senyawa fenolik dapat berfungsi sebagai antioksidan. Perbedaan aktivitas antioksidan yang diperoleh dipengaruhi oleh kadar total fenol dan total flavonoidnya. Senyawa fenol dan flavonoid memiliki kontribusi linier terhadap aktivitas antioksidan, sehingga semakin tinggi kadarnya maka semakin baik pula antioksidannya Kadar total fenolik yang tinggi pada varietas kedelai memiliki peran penting sebagai antioksidan (Ghasemzadeh, 2011).

C. Cemarkan Aflatoksin

Aflatoksin (*Aspergillus flavus* toksin) adalah salah satu mikotoksin yang dihasilkan oleh sekitar 20 spesies jamur yang termasuk ke dalam tiga kelompok genus *Aspergillus*, yaitu kelompok *Flavi*, *Nidulantes*, dan *Ochraceorosei* (Baranyi *et al.*, 2015). *Aspergillus flavus* dan *A. parasiticus* adalah jamur penyebab aflatoksin yang sangat berbahaya. Aflatoksin adalah komponen metabolit sekunder jamur. Kontaminasi aflatoksin disebabkan oleh kondisi lingkungan. *Aspergillus sp.* mudah tumbuh dan menghasilkan toksin pada kisaran suhu 12°C–48°C dengan pertumbuhan optimal pada suhu 37°C dengan kisaran aw 0,86-0,96 (Hedayati *et al.*, 2007). Kelembaban yang tinggi memicu perkembangan *A. flavus* untuk memproduksi aflatoksin. Selain itu, spora *A. flavus* terdapat pada tanah dan udara sehingga memicu berkemangnya *A. flavus* pada proses pasca panen maupun proses penyimpanan,

Sebaliknya, kondisi anaerob menghambat pertumbuhan *A. flavus* sehingga akan menurunkan risiko produksi aflatoksin, khususnya pada komoditas sereal dan aneka kacang (Saleemullah *et al.* 2006). Jenis aflatoksin yang dihasilkan jamur atau kapang dari tiga kelompok *Aspergillus*

tersebut adalah aflatoksin B₁, B₂, G₁, dan G₂. Kelompok kapang dan jenis aflatoksin yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kelompok Jamur *Aspergillus* sp dan Tipe Aflatoksin yang Dihasilkan

Kelompok dan spesies <i>Aspergillus</i> sp.	Tipe Aflatoksin
Kelompok <i>Flavi</i>	
<i>arachidicola</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>bombycis</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>flavus</i>	B ₁ , B ₂
<i>miniscerotigenes</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>nominus</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>novaparasiticus</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>parasiticus</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>parvisclerotigenus</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>pesudocaelatus</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>pseudonomius</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>pseudotamarii</i>	B ₁
<i>togoensis</i>	B ₁
<i>transmontanensis</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>mottae</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
<i>sergii</i>	B ₁ , B ₂ dan G ₁ , G ₂
Kelompok <i>Ochraceorosei</i>	
<i>Ochraceorosei</i>	B ₁ , B ₂
<i>Rambellii</i>	B ₁ , B ₂
Kelompok <i>Nidulantes</i>	
<i>astellatus</i> (<i>Emericella astellata</i>)	B ₁
<i>olivicola</i> (<i>E. olivicolola</i>)	B ₁
<i>venezuelensis</i> (<i>E. venezuelensis</i>)	B ₁

Sumber: Baranyi et al. (2015).

Aflatoksin merupakan mikotoksin yang berbahaya bagi kesehatan manusia jika tertelan lebih dari ambang batas yang ditentukan yaitu 50 ppb (Farombi, 2006). Sebagian besar negara termasuk Amerika Serikat menetapkan 20 ppb sebagai batas maksimal kandungan aflatoksin di dalam pangan, sementara masyarakat ekonomi Eropa (*European Economic Community, EEC*) pada 1999 menetapkan kandungan aflatoksin total adalah 4.0 ppb, AFB₁ sebesar 2.0 ppb, dan menurut BPOM 20 ppb (Farombi, 2006). Cemaran aflatoksin pada tempe dari berbagai varietas kedelai dianalisis menggunakan analisis kualitatif LC MS/MS. LC MS/MS (*Liquid Chromatography tandem Mass Spectrometer (LC-MS)*), yang dikenal juga sebagai High Performance Liquid Chromatography dengan Mass Spectrometer (HPLC-MS). LC-MS/MS memadukan daya pemisahan HPLC untuk bahan berat molekul besar dengan kemampuan MS untuk mendeteksi dan mengonfirmasikan identitas molekul secara selektif.

Pada analisis cemaran aflatoksin pada tempe menggunakan LC MS/MS didapatkan hasil yang berbeda-beda yaitu pada tempe kedelai impor cap “Bola” terindikasi aflatoksin jenis B₁, B₂, dan G₁. Tempe kedelai lokal Dena 1 terindikasi aflatoksin jenis B₁, B₂, dan G₁. Tempe kedelai lokal Devon 1 terindikasi aflatoksin jenis B₁ dan B₂. Tempe kedelai lokal Anjasmara terindikasi aflatoksin jenis B₁, B₂, dan G₁. Hasil analisis aflatoksin pada tempe menggunakan LC MS/MS dapat dilihat pada Tabel 3.6.

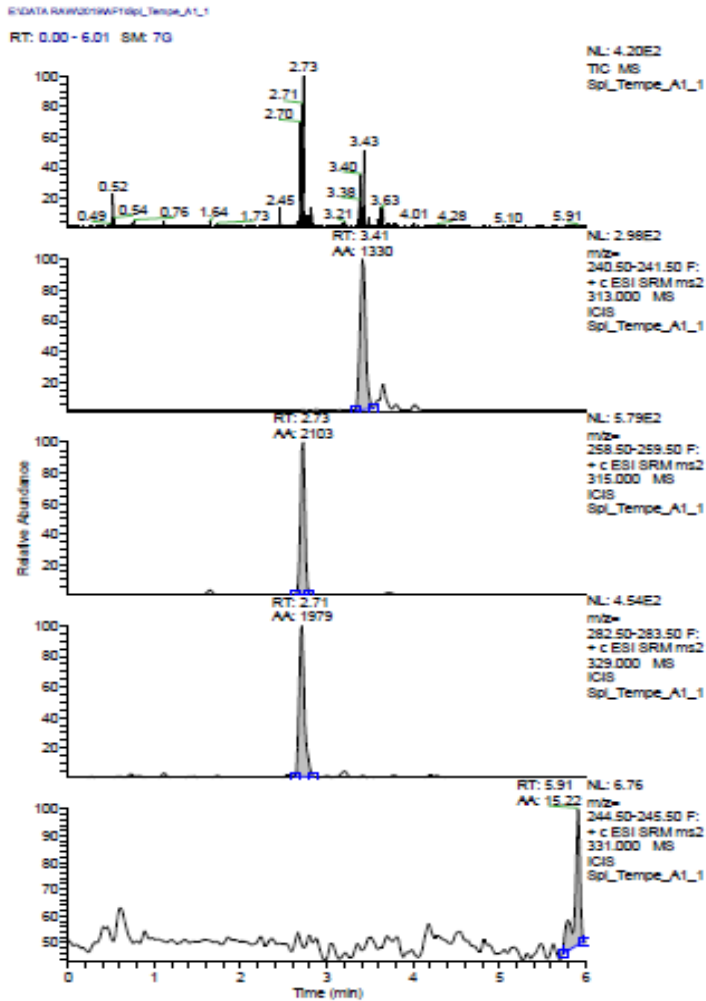
Tabel 3.6. Rekapitulasi Hasil Analisis menggunakan LC MS/MS Aflatoksin pada Tempe dari Berbagai Varietas Kedelai (Yudiono *et al.*2021)

NO	Varietas Kedelai	Rata-Rata (Ratio Area/berat) (g)				Presentase Rata-Rata AF (%)				ppb AF			
		AF B1	AF B2	AF G1	AF G2	AF B1	AF B2	AF G1	AF G2	AF B1	AF B2	AF G1	AF G2
1	Tempe Impor cap Bola	652,90	1.959,92	1.036,81	nd	100,00	100,00	72,86	nd	1x10 ⁻⁵	1x10 ⁻⁵	7,28x10 ⁻⁶	nd
2	Tempe lokal Dena 1	335,36	385,15	625,90	nd	51,37	19,65	43,99	nd	5,13x10 ⁻⁶	1,965x10 ⁻⁶	4,39x10 ⁻⁶	nd
3	Tempe lokal Devon 1	200,62	49,54	nd	nd	30,73	2,53	nd	nd	3,07x10 ⁻⁶	2,53x10 ⁻⁷	nd	nd
4	Tempe lokal Anjasma-ra	286,57	1.828,16	1.422,95	nd	43,89	93,28	100,00	nd	4,38x10 ⁻⁶	9,328x10 ⁻⁶	1x10 ⁻⁵	nd
Nilai maksimum		652,90	1.959,92	1.422,95									

Keterangan:

- nd : non detection
- AF : Aflatoksin
- AF B1 : Aflatoksin jenis B1
- AF B2 : Aflatoksin jenis B2
- AF G1 : Aflatoksin jenis G1
- AF G2 : Aflatoksin jenis G2

Pada Tabel 3.6 menunjukkan bahwa tempe varietas kedelai impor cap “bola” (A₁) di mana pada hasil kualitatif LC MS/MS dengan pendekatan rata-rata aflatoksin B₁ sebesar 1x10⁻⁵ ppb. Pada tempe varietas kedelai impor cap “bola” diperoleh pendekatan rata-rata aflatoksin B₁ sebesar 1x10⁻⁵ ppb dari hasil kromatogram (Gambar 1).



Gambar 1. Hasil Kromatogram Aflatoxin Tempe Impor Cap Bola (Yudiono *et al.*2021)

Dari hasil kromatogram tempe kedelai varietas Impor cap Bola (Gambar 1), penentuan aflatoxin B₁ dilihat pada nilai *parent* yaitu 313 dan nilai *product* yaitu 241 yang berasal dari $m/z = 240.50-241.50 f :+ c$ ESI SRM ms2 313.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram (Lampiran 6). Hasil kromatogram

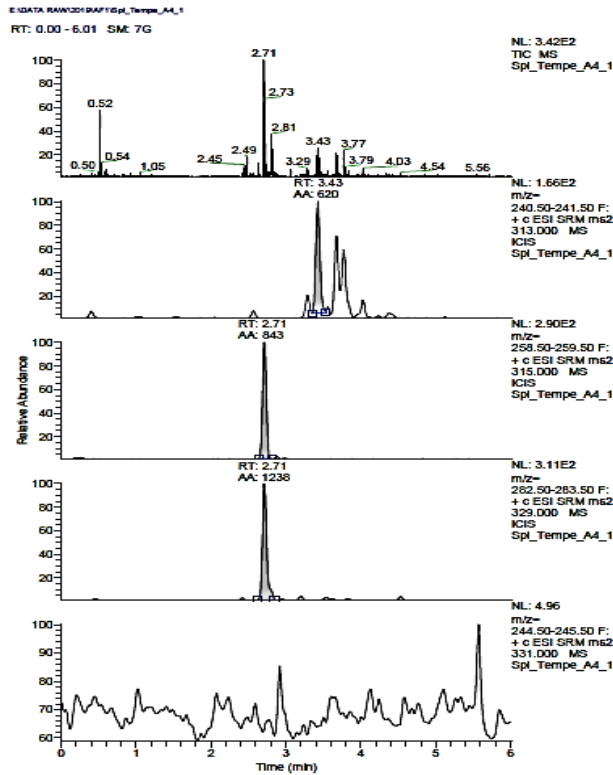
tempe 1 (Gambar 1), penentuan aflatoksin B₂ sebesar 1×10^{-5} ppb, dilihat pada nilai *parent* yaitu 315 dan nilai *product* yaitu 259 yang berasal dari $m/z = 258.50-259.50$ f :+ c ESI SRM ms2 315.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram (Lampiran 6). Penentuan aflatoksin G₁ sebesar $7,286 \times 10^{-6}$ ppb, dilihat pada nilai *parent* yaitu 329 dan nilai *product* yaitu 283 yang berasal dari $m/z = 282.50-283.50$ f :+ c ESI SRM ms2 329.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* dan disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram.

Penentuan aflatoksin G₂ dilihat pada nilai *parent* yaitu 331 dan nilai *product* yaitu 245 yang berasal dari $m/z = 240.50-245.50$ f :+ c ESI SRM ms2 331.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Namun, untuk pendekatan nilai aflatoksin G₂ tidak terdeteksi pada gelombang yang dihasilkan oleh LC MS/MS. Presentase nilai pendekatan rata-rata aflatoksin didapatkan dari rata-rata ratio area/berat dibagi dengan nilai maksimum dan dikali 100%. Hasil presentase nilainya dikonversikan ke ppb (1×10^{-7}).

Tempe dengan perlakuan varietas kedelai lokal Dena 1 (A₂) dimana pada hasil kualitatif LC MS/MS (Tabel 3.6) dengan pendekatan rata-rata aflatoksin B₁ sebesar $5,137 \times 10^{-6}$ ppb, aflatoksin B₂ sebesar $1,965 \times 10^{-6}$ ppb, aflatoksin G₁ sebesar $4,399 \times 10^{-6}$ ppb dan aflatoksin G₁ tidak terdeteksi jumlahnya (Tabel 3.6). Presentase nilai pendekatan rata-rata aflatoksin didapatkan dari rata-rata ratio area/berat dibagi dengan nilai maksimum dan dikali 100%. Setelah didapatkan presentase nilainya dikonversikan ke ppb (1×10^{-7}).

Pada Gambar 2. penentuan aflatoksin B₁ dilihat pada nilai *parent* yaitu 313 dan nilai *product* yaitu 241 yang berasal dari $m/z = 240.50-241.50$ f :+ c ESI SRM ms2 313.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Hasil kromatogram tempe kedelai varietas lokal Dena 1 (Gambar 2), penentuan aflatoksin B₂ dilihat pada nilai *parent* yaitu 315 dan nilai *product* yaitu 259 yang berasal dari $m/z = 258.50-259.50$ f :+ c ESI SRM ms2 315.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Penentuan aflatoksin G₁ dilihat pada nilai *parent* yaitu 329 dan nilai *product* yaitu 283

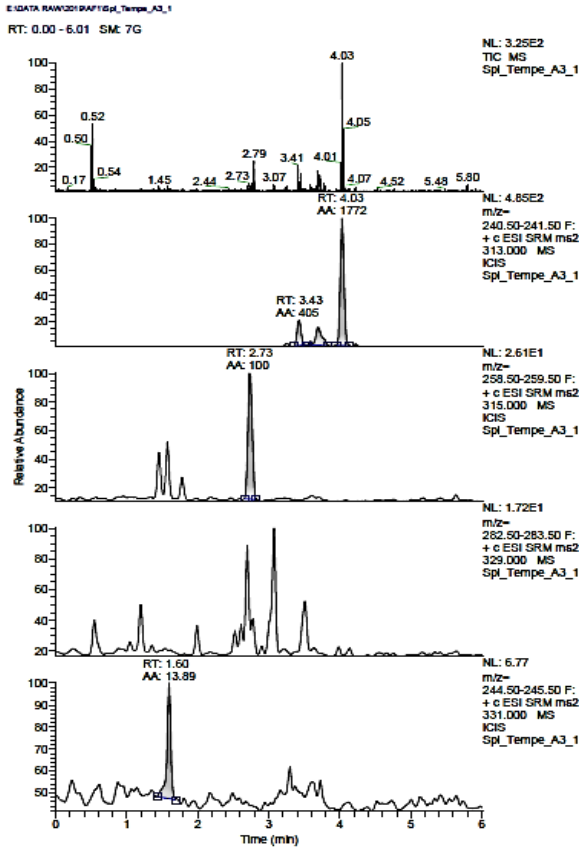
yang berasal dari $m/z = 282.50-283.50$ f :+ c ESI SRM ms2 329.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* dan disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Penentuan aflatoxin G₂ dilihat pada nilai *parent* yaitu 331 dan nilai *product* yaitu 245 yang berasal dari $m/z = 240.50-245.50$ f :+ c ESI SRM ms2 331.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Hasil Kromatogram Aflatoxin Tempe Kedelai Lokal Varietas Dena 1 adalah sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil Kromatogram Aflatoxin Tempe Kedelai Lokal Varietas Dena 1 (Yudiono *et al.*2021)

Tempe kedelai varietas lokal Devon 1 (A₃) dimana pada hasil kualitatif LC MS/MS dengan pendekatan rata-rata aflatoxin B₁ sebesar $3,073 \times 10^{-6}$ ppb, aflatoxin B₂ sebesar $2,53 \times 10^{-7}$ ppb, aflatoxin G₁ dan aflatoxin G₂ tidak terdeteksi jumlahnya (Tabel 3.6). Presentase nilai pendekatan

rata-rata aflatoxin didapatkan dari rata-rata ratio area/berat dibagi dengan nilai maksimum dan dikali 100%. Hasil presentase nilainya dikonversikan ke ppb (1×10^{-7}) Adapun kromatogram LC MS/MS cemaran aflatoxin terlihat seperti Gambar 3.

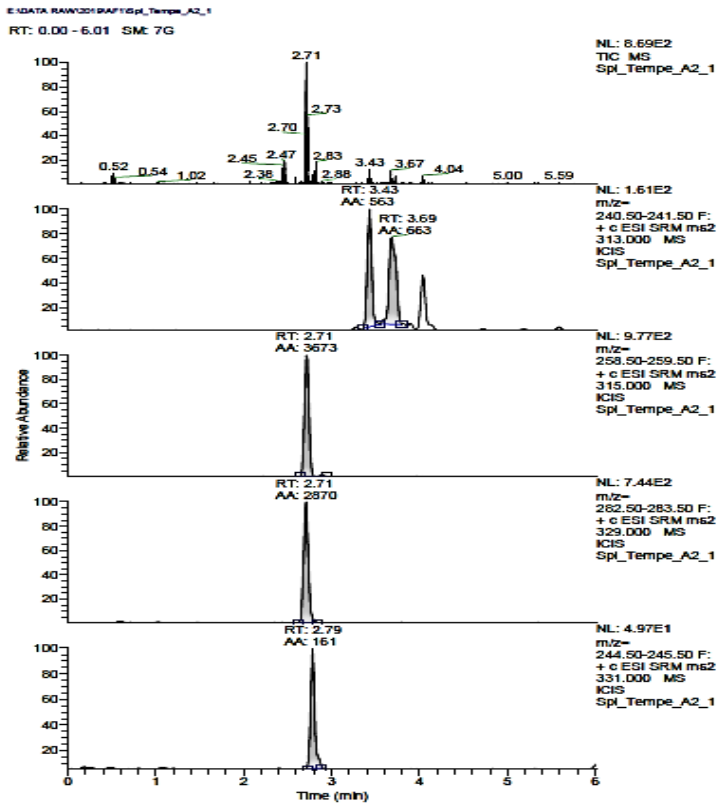


Gambar 3. Hasil Kromatogram Aflatoxin Tempe Kedelai Lokal Varietas Devon 1 (Yudiono *et al.*2021)

Pada Gambar 3. penentuan aflatoxin B₁ dilihat pada nilai *parent* yaitu 313 dan nilai *product* yaitu 241 yang berasal dari $m/z = 240.50-241.50 f: + c$ ESI SRM ms2 313.000 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Hasil kromatogram tempe kedelai lokal varietas Devon 1 (Gambar 3), penentuan aflatoxin B₂ dilihat pada nilai *parent* yaitu 315 dan nilai *product* yaitu 259 yang berasal dari $m/z =$

258.50-259.50 f :+ c ESI SRM ms2 315.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Penentuan aflatoksin G₁ dilihat pada nilai *parent* yaitu 329 dan nilai *product* yaitu 283 yang berasal dari m/z = 282.50-283.50 f :+ c ESI SRM ms2 329.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* dan disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Penentuan aflatoksin G₂ dilihat pada nilai *parent* yaitu 331 dan nilai *product* yaitu 245 yang berasal dari m/z = 240.50-245.50 f :+ c ESI SRM ms2 331.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram.

Tempe kedelai lokal varietas anjasmara pada hasil kualitatif LC MS/MS dengan pendekatan rata-rata aflatoksin B₁ sebesar $4,389 \times 10^{-6}$ ppb, aflatoksin B₂ sebesar $9,328 \times 10^{-6}$ ppb, aflatoksin G₁ sebesar 1×10^{-5} ppb dan G₂ tidak terdeteksi jumlahnya (Tabel 3.6). Presentase nilai pendekatan rata-rata aflatoksin didapatkan dari rata-rata ratio area/berat dibagi dengan nilai maksimum dan dikali 100%. Hasil presentase nilainya dikonversikan ke ppb (1×10^{-7}). Hasil kromatogram LC MS/MS cemaran aflatoksin pada tempe sebagai berikut



Gambar 4. Hasil Kromatogram Aflatoxin Tempe Kedelai Lokal Varietas Anjasmara (Yudiono *et al.*2021)

Pada Gambar 4. penentuan aflatoxin B₁ dilihat pada nilai *parent* yaitu 313 dan nilai *product* yaitu 241 yang berasal dari m/z = 240.50-241.50 f:+ c ESI SRM ms2 313.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Hasil kromatogram tempe varietas Anjasmara (Gambar 4), penentuan aflatoxin B₂ dilihat pada nilai *parent* yaitu 315 dan nilai *product* yaitu 259 yang berasal dari m/z = 258.50-259.50 f:+ c ESI SRM ms2 315.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram (Lampiran 7). Penentuan aflatoxin G₁ dilihat pada nilai *parent* yaitu 329 dan nilai *product* yaitu 283 yang berasal dari m/z = 282.50-283.50 f:+ c ESI SRM ms2 329.00 MS

dan nilai *parent* dan nilai *product* dan disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram. Penentuan aflatoksin G₂ dilihat pada nilai *parent* yaitu 331 dan nilai *product* yaitu 245 yang berasal dari $m/z = 240.50-245.50$ f :+ c ESI SRM ms2 331.00 MS dan nilai *parent* dan nilai *product* disesuaikan dengan tabel transisi kromatogram.



BAB IV

ISOFLAVON KEDELAI LOKAL VERSUS KEDELAI IMPOR

Isoflavon juga dapat berfungsi untuk memperlancar sirkulasi darah. Isoflavon mempunyai beberapa efek positif, diantaranya adalah anti-adrenalin, yang membuat jantung bekerja lebih santai, di samping antipemeradangan serta mencegah ketidak teraturan denyut jantung. Khususnya isoflavon pada tempe yang aktif sebagai antioksidan, yaitu factor-2 terbukti berpotensi sebagai anti-konstriksi pembuluh darah (konsentrasi 5 µg/ml) dan juga berpotensi menghambat pembentukan LDL (low density lipoprotein). Dengan demikian, isoflavon dapat mengurangi terjadinya arteriosclerosis pada pembuluh (Iswandari, 2016). Perendaman biji kedelai dalam tahap pembuatan tempe bertujuan agar kacang dapat menyerap air sebanyak mungkin, sehingga membuatnya lebih lunak dan memudahkan proses fermentasi (*acidification*) di tahap awal. Perendaman yang lama dengan tujuan akhir memaksimalkan jumlah isoflavon tempe akan muncul bau asam (Herman & Karmini 2014).

Isoflavon termasuk dalam golongan flavonoid yang merupakan senyawa polifenolik. Struktur kimia dasar dari isoflavon hampir sama seperti flavon, yaitu terdiri dari 2 cincin benzen (A dan B) dan terikat pada cincin C piran heterosiklik, tetapi orientasi cincin B nya berbeda. Pada flavon, cincin B diikat oleh karbon nomor 2 cincin tengah C, sedangkan isoflavon diikat oleh karbon nomor 3 (Schmidl dan Labuza, 2000). Pada umumnya, senyawa isoflavon banyak ditemukan pada tanaman kacang-kacangan atau leguminosa (Zubik dan Meydani, 2003). Isoflavon pada kedelai terdapat dalam empat bentuk, yaitu (1) bentuk aglikon (non gula) : genistein, daidzein, dan glycitein; (2) bentuk glikosida : daidzin, genistin dan glisitin; (3) bentuk asetilglikosida : 6''-O-asetil daidzin, 6''-O-asetil genistin, 6''-O-asetil glisitin; dan (4) bentuk malonilglikosida : 6''-O-malonil daidzin, 6''-O-malonil genistin, 6''-O-malonil glisitin.

Isoflavon merupakan salah satu senyawa metabolit sekunder pada tanaman Leguminoceae seperti kedelai. Senyawa-senyawa kimia yang termasuk kelompok isoflavon adalah genistein, daidzein, glycitein, coumestrol dan pluerarin (Urasopon *et al.*, 2008).

1. Genistein

Genistein adalah senyawa isoflavon aglikon pada kedelai yang dapat menghambat α -glukosidase dan berperan dalam beberapa kelainan metabolik seperti diabetes melitus, juga membantu proses penyembuhan luka diabetes pada tikus yang dibebani glukosa. Salah satu sumber genistein adalah kedelai. Rumus molekul senyawa isoflavon genistein yaitu $C_{15}H_{10}O_5$, Berat molekul = 270. Sifatnya tidak berwarna, bentuknya seperti Kristal-kristal jarum dan memiliki titik didih 296 – 2980C. Senyawa ini sulit larut dalam asam asetat glacial/etanol dingin namun larut dengan baik pada eter atau etanol panas. Senyawa ini dapat berubah menjadi kuning setelah dilarutkan pada larutan alkali dan berubah menjadi merah gelap pada larutan etanolik besi klorida (III).

2. Daidzein

Daidzein adalah semacam isoflavon, hormon seperti zat yang ditemukan dalam kedelai. Daidzein adalah kedua paling banyak isoflavon kedelai,

setelah genistein. Rumus molekulnya senyawa isoflavon daidzein yaitu $C_{15}H_{10}O_4$, BM = 254. Berbentuk batangan kristal tak berwarna dengan titik didih 315 – 3200C. Tidak larut dalam air tapi larut dalam metanol, etanol dan aseton. Dapat berubah warna menjadi kuning pada larutan alkali dan dapat dideteksi membentuk fluoresen pada radiasi sinar UV. Senyawa ini bisa rusak oleh asam format, resorcin dan p-hydroxybenzoate dengan alkali.

3. Coumestrol

Coumestrol merupakan komponen coumestan yang paling banyak ditemukan dalam makanan dan paling sedikit dipelajari dalam aktivitas biologi dan metabolismenya. Coumestans dipecah menjadi beberapa senyawa termasuk Coumestrol, yang memiliki afinitas yang kuat terhadap reseptor estrogen. Coumestrol (serta genistein) telah terbukti terikat $ER\beta$ daripada $ER\alpha$. Coumestrol terikat dengan reseptor estrogen dengan afinitas hanya limasampai sepuluh kali lipat kurang dari 17-estradiol. Karena afinitas pengikatan yang relatif kuat pada reseptor estrogen ini menyebabkan beberapa peneliti menyatakan bahwa coumestans berpotensi menjadi fitoestrogen yang paling potensial.

4. Gliserol

Gliserol adalah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas 3 atom karbon. Jadi tiap atom karbon mempunyai gugus –OH. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua, tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida dan trigliserida.

5. Puerarin

Puerarin merupakan senyawa isoflavon yang bersifat antiinflamasi. Puerarin juga mengandung flavonol yaitu kuersetin dan kuersetin 3-O- β -D-glukosida.

Pengujian LC-MS hanya dilakukan pada perlakuan dengan lama perendaman 24, hal ini disebabkan karena dengan proses lama perendaman akan mengetahui perubahan yang terjadi pada senyawa bioaktif yang ada pada kedelai. Berdasarkan pada Tabel 3.6 menunjukkan bahwa

lama perendaman dengan varietas kedelai menggunakan LCMS/MS pada varietas kedelai A2B1 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai Impor sebesar 47,9556 µg/ml, varietas kedelai A2B2 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai lokal Demas-1) sebesar 2,4090 µg/ml, varietas kedelai A2B3 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai lokal Demas-1) sebesar 28,8964 µg/ml, varietas kedelai A2B4 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai lokal Devon-1) sebesar 40,1624 µg/ml, varietas kedelai A2B5 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai Dena-1 sebesar 20,5503 µg/ml).

Salah satu faktor yang penting dalam terjadinya perubahan selama perendaman adalah terbebasnya senyawa-senyawa isoflavon dalam bentuk bebas (aglikon), dan teristimewa hadirnya Faktor-II (6,7,4' tri-hidroksi isoflavon), yang terdapat pada kedelai ternyata berpotensi tinggi (Gyorgy *et al.*, 2010). Proses hidrasi terjadi selama perendaman varietas. Semakin tinggi suhu yang dipergunakan makin cepat proses hidrasinya, tetapi bila perendaman dilakukan pada suhu tinggi menyebabkan penghambatan pertumbuhan bakteri sehingga tidak terbentuk asam (Hidayat, 2008).

Instrumen LC-MS yang digunakan ialah Shimadzu LCMS-IT-TOF dengan antarmuka ESI. Hasil analisis berupa kromatogram LC-MS kemudian diolah menggunakan perangkat lunak MZmine. Berbeda pada analisis menggunakan LC-MS, setiap satu puncak yang dihasilkan dapat mengidentifikasi satu senyawa. Dalam analisis LC-MS, satu puncak dalam kromatogram LC-MS dapat terdiri lebih dari satu ion molekul sehingga perlu dilakukan identifikasi ion molekul yang sesuai terhadap waktu retensi dalam kromatogram. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan pengolahan menggunakan perangkat lunak Mzmine (Annisa, 2012). Situasi dalam analisis LC-MS lebih bersifat kompleks. Dalam analisis LC-MS hanya ion bermuatan positif yang paling melimpah yang terukur sedangkan pada analisis LC-MS, teknik ionisasi umumnya menghasilkan ion molekuler ($[M+H]^+$ atau $[M+H]^-$) bergantung pada beberapa faktor seperti sifat kimia analat, polaritas tegangan ESI, sifat matriks, dan komposisi pelarut sehingga tidak mudah untuk memprediksi muatan ion yang dihasilkan dalam perlakuan (Halket 2005). Pemrosesan data awal MZmine

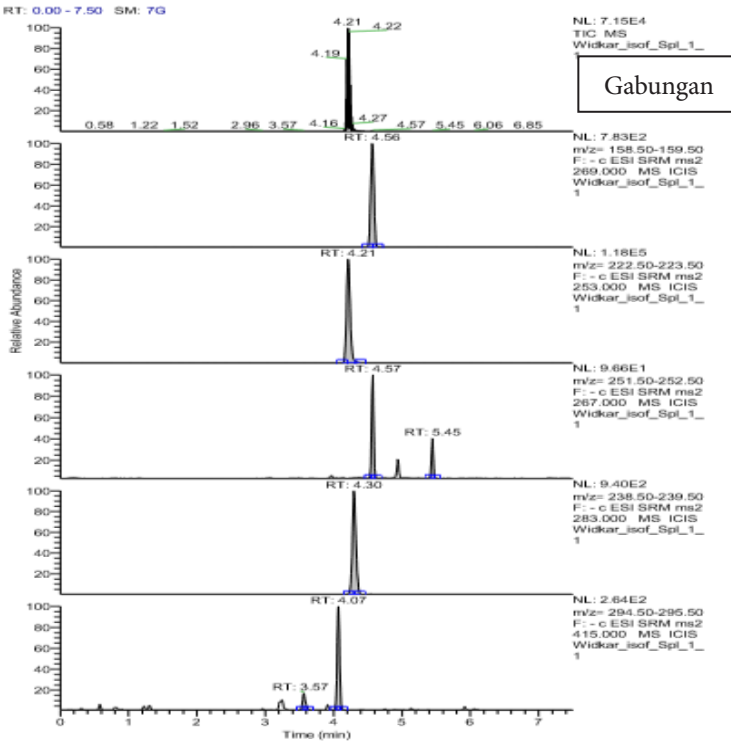
terdiri atas beberapa tahap, yaitu mengurangi noise, mendeteksi puncak, deisotoping, penyusunan data (*alignment*), gap filling, dan normalisasi. Pengurangan noise bertujuan memisahkan puncak kromatogram yang berupa sinyal dan noise (pengganggu) dengan melakukan koreksi garis dasar. Tahap selanjutnya yaitu deteksi puncak bertujuan mengidentifikasi sinyal yang benar dan potensial dari komponen dan mereduksi kompleksitas data sehingga analisis menjadi lebih mudah. Tahap deisotop ialah penyatuan puncak isotop dengan puncak monoisotop yang sesuai sehingga matriks data yang diperoleh menjadi lebih sederhana.

Penyusunan data (*alignment*) bertujuan menemukan dan mencocokkan puncak yang saling berhubungan dengan komponen tertentu di dalam sekumpulan data. Tahapan gap filling diperlukan untuk mendeteksi puncak dengan intensitas yang sangat rendah yang disebabkan bentuk yang kurang baik atau adanya kesalahan dalam mendeteksi puncak sehingga dapat mencegah penarikan kesimpulan yang kurang tepat. Normalisasi ialah menghilangkan bias sistematik yang tidak diinginkan dalam pengukuran sehingga data yang diperoleh lebih sempurna.

Data yang dihasilkan berupa mass array yang mengandung informasi massa akurat dari puncak terdeteksi, waktu retensi, dan intensitas puncak ternormalisasi. Hasil analisis kurva baku genistein dijadikan sebagai dasar penentuan kadar sampel yang dianalisis. Kadar sampel yang dianalisis yaitu kadar isoflavon kedelai dengan perlakuan lama perendaman dan varietas. Hasil analisis genisten menunjukkan kadar tertinggi isoflavon pada lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai Impor.

Waktu retensi genistein lebih pendek. Hal ini disebabkan terjadinya interaksi yang kuat antara pelarut yang bersifat polar dengan senyawa polar dalam campuran yang bergerak melalui kolom, sehingga senyawa polar akan bergerak bersama dengan pelarut. Senyawa-senyawa nonpolar dalam campuran kurang larut dalam pelarut dan cenderung membentuk interaksi dengan gugus hidrokarbon karena adanya dispersi gaya Van der Waals, sehingga senyawa nonpolar akan terjepit pada fase diam dan bergerak lambat dalam kolom. Oleh karena itu, senyawa yang lebih polar (genistein) akan keluar lebih dahulu dibandingkan dengan senyawa yang

kurang polar (daidzein) (Rima Jannatun, 2009). Rekapitulasi hasil analisis kuantitatif isoflavon menggunakan LCMS/MS pada kedelai dapat dilihat pada Lampiran 6. Persamaan dapat dilihat pada kurva kalibrasi ESTD genistein. Hasil Kromatogram dapat dilihat sebagai berikut:



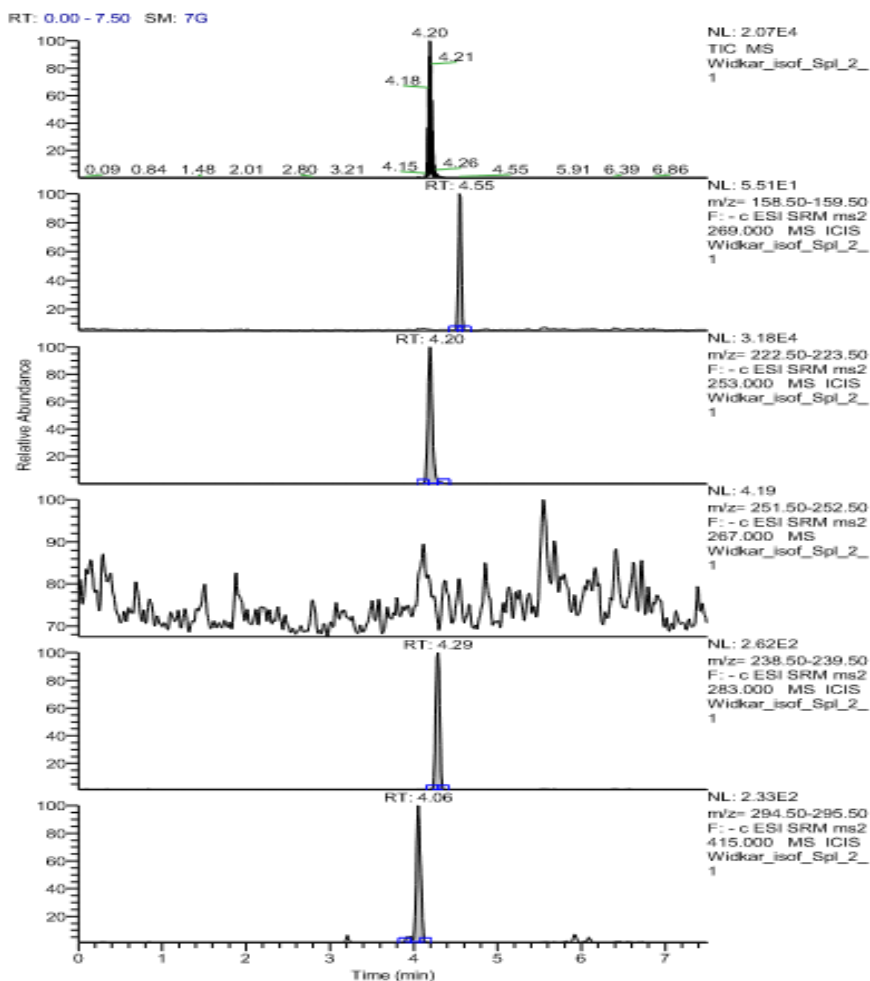
Gambar 5. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Impor

Sumber: dokumen pribadi belum dipublish

Berdasarkan pada Gambar 5 menunjukkan bahwa hasil kromatogram A2B1 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai Impor). Penentuan genistein dapat dilihat pada nilai *parent* 159 dari nilai *product ion* m/z 158.50 – 159.50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 269 dari 269.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan daidzein dapat dilihat pada nilai *parent* 223 dari nilai *product ion* m/z 222.50 – 223.50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 253 dari 253.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan coumestrol dapat dilihat pada nilai

parent 252 dari nilai *product ion* m/z 251.50 – 252,50 F:–c ESI SRM m/z 2 dan nilai *parent* 267 dari 267.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan glycitein dapat dilihat pada nilai *parent* 239,50 dari nilai *product ion* m/z 238,50 – 239,50 F:–c ESI SRM m/z 2 dan nilai *parent* 415 dari 415.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*.

Penentuan genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi ESTD genistein, sehingga dapat konstrasasi terukur sebesar 47,9556 $\mu\text{g/ml}$ dari berat genistein dibagi berat sampel. Berat genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi, hasil x itu sama dengan konsetrasi sehingga nilai konsetrasi dikali dengan pengenceran. Untuk daidzein, coumestrol, glycitein, puerarin hanya menentukan grafik dengan puncak/*pick* ada atau tidak ada, ternyata pada Gambar 8 dapat dilihat tersebut ada grafik grafik dengan puncak/*pick* menunjukkan stabil.



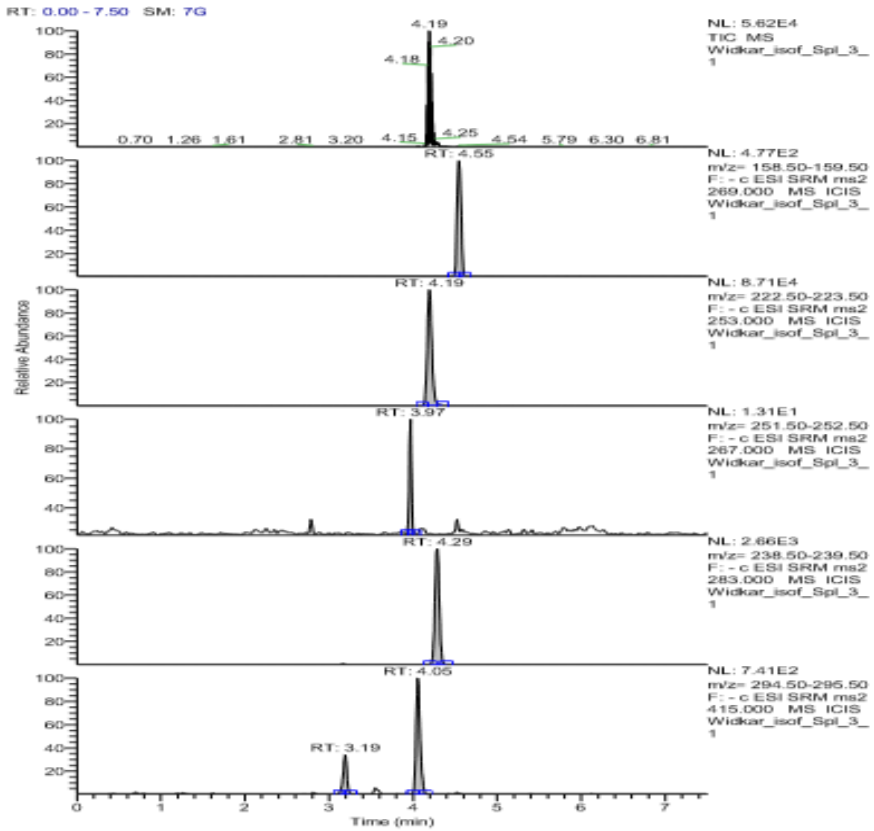
Gambar 6. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Lokal Argomulyo

Sumber: dokumen pribadi belum dipublish

Berdasarkan pada Gambar 6 menunjukkan bahwa hasil kromatogram A2B2 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai lokal Argomulyo). Penentuan genistein dapat dilihat pada nilai *parent* 159 dari nilai *product ion* m/z 158.50 – 159.50 F:–c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 269 dari 269.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan daidzein

dapat dilihat pada nilai *parent* 223 dari nilai *product ion* m/z 222.50 – 223.50 F:–c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 253 dari 253.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan coumestrol dapat dilihat pada nilai *parent* 252 dari nilai *product ion* m/z 251.50 – 252,50 F:–c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 267 dari 267.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan glycetein dapat dilihat pada nilai *parent* 239,50 dari nilai *product ion* m/z 238,50 – 239,50 F:–c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 415 dari 415.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*.

Penentuan genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi ESTD genistein, sehingga dapat konstrasi terukur sebesar 2,4090 µg/ml dari berat genistein dibagi berat sampel. Berat genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi, hasil x itu sama dengan konsetrasi sehingga nilai konsetrasi dikali dengan pengenceran. Untuk daidzein, coumestrol, glycetein, puerarin hanya menentukan grafik dengan puncak/*pick* ada atau tidak ada, ternyata pada Gambar 9 dapat dilihat tersebut ada grafik dengan puncak/*pick* menunjukkan stabil, kecuali coumestrol ternyata tidak stabil.



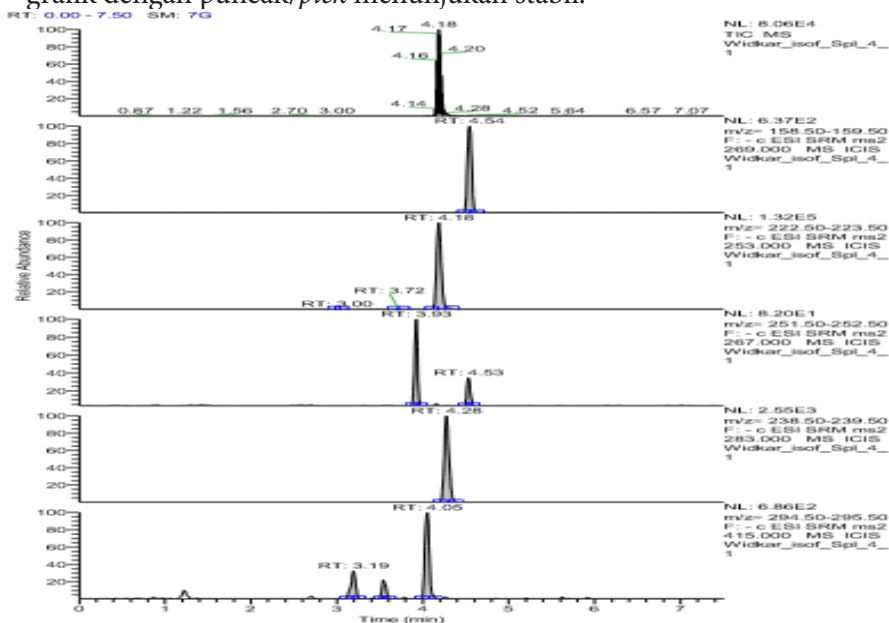
Gambar 7. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Lokal Demas-1

Sumber: dokumen pribadi belum dipublish

Berdasarkan pada Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil kromatogram A2B3 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai lokal Demas-1). Penentuan genistein dapat dilihat pada nilai *parent* 159 dari nilai *product ion* m/z 158.50 – 159.50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 269 dari 269.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan daidzein dapat dilihat pada nilai *parent* 223 dari nilai *product ion* m/z 222.50 – 223.50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 253 dari 253.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan coumestrol dapat dilihat pada nilai *parent* 252 dari nilai *product ion* m/z 251.50 – 252,50 F:-c ESI

SRM ms2 dan nilai *parent* 267 dari 267.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan glycitein dapat dilihat pada nilai *parent* 239,50 dari nilai *product ion* m/z 238,50 – 239,50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 415 dari 415.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*.

Penentuan genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi ESTD genistein, sehingga dapat konstrasi terukur sebesar 28,8964 µg/ml dari berat genistein dibagi berat sampel. Berat genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi, hasil x itu sama dengan konsentrasi sehingga nilai konsentrasi dikali dengan pengenceran. Untuk daidzein, coumestrol, glycitein, puerarin hanya menentukan grafik dengan puncak/*pick* ada atau tidak ada, ternyata pada Gambar 8 dapat dilihat tersebut ada grafik dengan puncak/*pick* menunjukkan stabil.



Gambar 8. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Lokal Devon-1

Sumber: dokumen pribadi belum dipublish

Berdasarkan pada Gambar 8 menunjukkan bahwa hasil kromatogram A2B4 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai lokal Devon-1).

Penentuan genistein dapat dilihat pada nilai *parent* 159 dari nilai *product ion* m/z 158.50 – 159.50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 269 dari 269.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan daidzein dapat dilihat pada nilai *parent* 223 dari nilai *product ion* m/z 222.50 – 223.50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 253 dari 253.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan coumestrol dapat dilihat pada nilai *parent* 252 dari nilai *product ion* m/z 251.50 – 252,50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 267 dari 267.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan glycitein dapat dilihat pada nilai *parent* 239,50 dari nilai *product ion* m/z 238,50 – 239,50 F:-c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 415 dari 415.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*.

Penentuan genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi ESTD genistein, sehingga dapat konstruksi terukur sebesar 40,1624 µg/ml dari berat genistein dibagi berat sampel. Berat genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi, hasil x itu sama dengan konsentrasi sehingga nilai konsentrasi dikali dengan pengenceran. Untuk daidzein, coumestrol, glycitein, puerarin hanya menentukan grafik dengan puncak/*pick* ada atau tidak ada, ternyata pada Gambar 9 dapat dilihat tersebut ada grafik dengan puncak/*pick* menunjukkan stabil.



Gambar 9. Hasil Kromatogram Isoflavon Varietas Kedelai Lokal Dena-1

Sumber: dokumen pribadi belum dipublish

Berdasarkan pada Gambar 9 menunjukkan bahwa hasil kromatogram A2B5 (lama perendaman 24 jam dan varietas kedelai lokal Dena-1). Penentuan genistein dapat dilihat pada nilai *parent* 159 dari nilai *product ion* m/z 158.50 – 159.50 F:–c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 269 dari 269.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan daid-zein dapat dilihat pada nilai *parent* 223 dari nilai *product ion* m/z 222.50 – 223.50 F:–c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 253 dari 253.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan coumestrol dapat dilihat pada nilai *parent* 252 dari nilai *product ion* m/z 251.50 – 252,50 F:–c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 267 dari 267.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*. Penentuan glycitein dapat dilihat pada nilai *parent* 239,50

dari nilai *product ion* m/z 238,50 – 239,50 F:–c ESI SRM ms2 dan nilai *parent* 415 dari 415.000 MS ICIS nilai *parent* dari nilai *precursor ion*.

Penentuan genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi ESTD genistein, sehingga dapat konstrasi terukur sebesar 20,5503 $\mu\text{g/ml}$ dari berat genistein dibagi berat sampel. Berat genistein dapat dihitung dengan persamaan kurva kalibrasi, hasil x itu sama dengan konsetrasi sehingga nilai konsetrasi dikali dengan pengenceran. Untuk daidzein, coumestrol, glycetein, puerarin hanya menentukan grafik dengan puncak/*pick* ada atau tidak ada, ternyata pada Gambar 9 dapat dilihat tersebut ada grafik dengan puncak/*pick* menunjukkan stabil.



.....

BAB V

PERSEPSI PRODUSEN TEMPE TERHADAP KEDELAI LOKAL DAN KEDELAI IMPOR

Industri tempe termasuk dalam kategori industri pangan kecil dan menengah (IKM pangan) yang melibatkan pelaku usaha dari masyarakat ekonomi kelas bawah dalam jumlah yang relatif banyak. Sayangnya, dalam banyak kasus terdapat berbagai permasalahan terkait industri tempe. Permasalahan utama yang dihadapi dalam produksi tempe adalah bahan mentahnya—kedelai—didominasi oleh pasokan luar negeri, khususnya dari Amerika. Di sisi lain, persepsi masyarakat, terutama mayoritas produsen tempe, menilai kedelai impor lebih unggul dibandingkan kacang lokal dilihat dari aspek fisik dan ekonomi. Hal ini tentunya sangat disayangkan mengingat hasil penelitian menunjukkan bahwa tempe berbahan dasar kedelai lokal pada beberapa varietas memiliki kualitas yang lebih unggul secara fisikokimia dan organoleptik, serta lebih sehat karena bebas dari rekayasa genetika (GMO).

Dari aspek sosial ekonomi, terutama preferensi masyarakat produsen tempe, ditemukan temuan yang berlawanan kecuali dari segi rasa, sehingga

kedelai lokal terlihat inferior dibandingkan kedelai impor sebagai bahan baku tempe. Hal ini akan memperparah ketergantungan negara kita sebagai importir kedelai, karena kedelai lokal sulit dijual di pasar dalam negeri dan akibatnya minat petani untuk menanam kedelai berkurang. Sangat mungkin kedelai lokal yang sebenarnya memiliki rasa lebih enak dan lebih sehat bisa punah di kemudian hari. Hal ini dibuktikan dengan permasalahan yang semakin pelik ketika kebutuhan kedelai terus meningkat seiring dengan peningkatan pertumbuhan penduduk dan kesadaran akan mutu kesehatan. Di sisi lain, permintaan tersebut belum diimbangi dengan peningkatan produksi kedelai dalam negeri; sejak tahun 1975 Indonesia beralih posisi dari eksportir menjadi importir.

Persepsi merupakan suatu proses dimana individu memilih, mengatur, dan menginterpretasikan suatu masukan informasi untuk menciptakan gambaran dunia yang bermakna (Setiadi, 2013). Persepsi mungkin melibatkan pemahaman individu terhadap suatu peristiwa berdasarkan pengalaman masa lalu (Sunyoto, 2013). Hal ini membuat (Kotler dan Keller, 2000) berpendapat bahwa individu mungkin memiliki persepsi berbeda terhadap objek yang sama karena tiga proses persepsi: 1) perhatian selektif; 2) distorsi selektif; dan 3) retensi selektif. Persepsi dibentuk oleh sejumlah indikator yang meliputi pengetahuan, pengalaman, dan kebutuhan (Irmayani, *et al*, 2016)

Menurut (Hermana dan Karmini, 1996), tempe merupakan produk olahan kedelai yang ditingkatkan nilai gizinya, khususnya komponen seperti protein, lemak, karbohidrat, dan vitamin. Selain itu, kandungan nutrisi pada tempe juga mudah larut dalam air sehingga lebih mudah dicerna dibandingkan kedelai. Apalagi kedelai rentan terhadap kerusakan oleh zat antigizi, yang sebenarnya bisa dihindari jika bahan tersebut diolah menjadi tempe. Fermentasi menyebabkan degradasi komponen kedelai yang justru menghasilkan rasa dan aroma khas pada tempe. Meskipun nilai gizi tempe sedikit lebih rendah dibandingkan dengan kedelai, namun secara kualitatif tempe memiliki nilai gizi yang lebih tinggi karena memiliki nilai pencernaan yang lebih baik: tingkat kelarutan protein dalam air meningkat karena adanya aktivitas enzim proteolitik (Widianarko, 2002).

Persepsi produsen tempe terhadap kedelai lokal dan impor sebagai bahan baku produksi tempe disajikan pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1 Persepsi Produsen Tempe Terhadap Kedelai Lokal dan Impor

Kriteria	Kedelai lokal	Kedelai impor
Ukuran	Bijinya kecil dan ukurannya tidak sama	Bijinya besar dan ukurannya homogen
Kontras Warna	Putih dan sedikit kusam	Putih cerah
Kebersihan	Bercampur dengan batu-batu kecil, kayu, jagung, dan kedelai dan kotor	Bercampur dengan jagung relative bersih
Rasa	Gurih	Kurang gurih
Ketersediaan	Tidak selalu tersedia di toko-toko	Tersedia dalam jumlah besar di toko-toko
Penampilan	Kurang menarik	Kuning cerah

Sumber: Yudiono dan Cahyono (2019)

Tabel 5.1 menunjukkan bahwa persepsi produsen tempe terhadap bahan baku kedelai adalah: 1) memiliki rasa yang lebih gurih dibandingkan tempe; 2) warna biji yang kusam disebabkan oleh campuran tanah, kerikil, kayu, dan kulit kedelai; 3) karena ukuran biji yang kecil dan tidak sama, biji mudah tergelincir melalui proses slipping (proses pengupasan kulit kedelai melalui mesin); 4) selama proses fermentasi, kedelai lokal tidak mengembang. Untuk kedelai impor: 1) warna biji lebih cerah dan agak putih; 2) tidak terdapat kontaminan kotoran kecuali jagung; 3) ukuran benih yang lebih besar dan seragam memudahkan proses penggelinciran; 4) selama proses fermentasi, kedelai impor memang lebih mengembang. Persepsi tersebut menyebabkan penggunaan kedelai lokal untuk tempe menjadi langka apalagi produksi kedelai lokal sangat terbatas, meskipun kedelai lokal mempunyai keunggulan dari rasa, nilai nutrisi dan aspek kesehatan.

Namun hasil uji laboratorium pada bab sebelumnya memberikan hasil tidak sepenuhnya mendukung persepsi produsen tempe, di antaranya: 1) ukuran kedelai lokal (grobogan, argomulyo, panderman) lebih besar dibandingkan kedelai impor; 2) kedelai lokal (bromo) mempunyai daya naik lebih tinggi dibandingkan kacang impor (densitas lokal < kepadatan impor); 4) hasil panen lokal (anjasmoro, argomulyo, grobogan) lebih tinggi dibandingkan hasil impor; 5) kandungan protein pada kedelai lokal lebih tinggi dibandingkan kacang impor; 6) kadar antioksidan dan fenolik kedelai lokal (grobogan) lebih tinggi dibandingkan kedelai impor; Sifat organoleptik (rasa, warna, bau, kesukaan) tempe lokal (wilis, bromo, baluran, anjasmoro) mempunyai nilai lebih tinggi dibandingkan kacang impor.

Impor kedelai yang dilakukan telah menimbulkan beberapa permasalahan. Murahnya harga kedelai impor telah membuat petani enggan untuk menanam kedelai. Kedelai lokal cenderung kalah bersaing dengan kedelai impor, baik dari segi harga maupun kualitas. Petani merasa tidak mendapatkan keuntungan untuk menanam kedelai dan tidak ada jaminan harga pada saat musim panen tiba. Akibatnya terjadipenurunan produksi kedelai dan masyarakat semakin tergantung pada kedelai impor. Adanya kedelai lokal dan kedelai impor di pasaran menimbulkan pandangan tersendiri dari masyarakat atau disebut juga dengan persepsi konsumen. Secara khusus, dalam tulisan ini dianalisis berbagai faktor yang memengaruhi persepsi pengrajin tempe terhadap kedelai lokal dan kedelai impor (Yudiono, 2018).

Persepsi pengrajin tempe terhadap kedelai lokal kurang baik pada aspek ukuran biji, ketersediaan barang, harga dan kebersihan, namun unggul pada indikator rasa yang gurih. Ukuran biji yang kecil dan tidak sama membuat proses produksi terhambat. Hal ini dikarenakan pada saat proses pengupasan kulit kedelai menggunakan mesin, tidak semua kulit terkelupas. Kebersihan kedelai juga menghambat proses produksi. Dalam satu karung kedelai lokal terdapat berbagai macam campuran seperti kayu, tanah, kerikil, dan jagung. Campuran kotoran tersebut membuat pengrajin tempe harus mencuci secara berulang untuk memisahkan kedelai dari

kotoran yang ada. Selain itu tidak tersedianya bahan baku kedelai lokal di Kampung Sanan membuat pengrajin tempe menggunakan kedelai impor untuk tetap melakukan produksi. Tidak tersedianya bahan baku kedelai lokal membuat pengrajin tempe kurang mengetahui harga kedelai lokal saat ini. Kedelai lokal unggul pada aspek rasa tempe yang gurih pada saat dikonsumsi.

Berbeda dengan kedelai lokal, kedelai impor cukup baik pada aspek ukuran, ketersediaan barang, harga dan kebersihan, namun kurang unggul pada aspek rasa. Ukuran biji kedelai impor yang besar dan sama memudahkan proses pengupasan kulit menggunakan mesin. Biji yang besar juga lebih menguntungkan karena pada saat pemberian ragi, kedelai mengembang. Kedelai impor juga lebih bersih karena hanya terdapat campuran jagung dalam karungnya. Tersedianya bahan baku kedelai impor secara terus-menerus di koperasi dan toko penyedia kedelai membuat pengrajin tempe memilih menggunakan kedelai impor untuk produksi tempe.



BAB VI

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian disimpulkan bahwa beberapa varietas lokal hasil penelitian sangat cocok bahkan lebih baik dari pada kedelai impor (merek Bola) sebagai bahan baku tempe, hal ini terlihat dari uji fisik-kimia seperti: daya bengkak, WAI, kualitas tanak, ukuran biji, kandungan protein, anti-oksidan, kadar abu, densitas, rendemen dan isoflavon.

Berdasar hasil uji laboratorium secara umum varietas kedelai lokal yang diteliti sangat prospektif sebagai bahan baku tempe, dan hal ini menunjukkan persepsi yang ada di masyarakat, khususnya pengrajin tempe bahwa kualitas kedelai lokal (dari sifat fisik dan kimia) lebih inferior adalah tidak benar.



DAFTAR PUSTAKA

- AACC Report, 2001. *The Definition of Dietary Fibre (PDF)*. *Cereal Foods World*. 46: pp. 89–148. [ISSN 0146-6283](#)
- Annas, M. S., 2002. Perancangan Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai. Universitas Trisakti, Jakarta.
- Anissa, 2012. Kajian Metabolomik Rimpang Kunyit Menggunakan Kromatografi Cair-Spektroskopi Massa. Skripsi, Program Studi Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor.
- Apriliyanti, T., 2010. Kajian Sifat Fisikokimia Dan Sensori Tepung Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas blackie*) dengan Variasi Proses Pengeringan. Bachelor thesis. UNS.
- Ariani, D.R.S. dan Hastuti, W. 2009. Analisis Isoflavon dan Uji Aktivitas Antioksidan pada Tempe dengan Variasi Lama Waktu Fermentasi dan Metode Ekstraksi. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. Surakarta.
- Astawan, M., 2003. Tempeh: Cegah Penuaan dan Kanker Payudara. Retrieved July 13, 2011, from <http://www.kompas.co.id/kesehatan/news.htm>
- Astawan, M., T. Wresdiyati, S. Widowati, A.H. Bintari, dan N. Ichani. 2013. Karakteristik Fisikokimia dan Fungsional Tempe yang Dihasilkan dari Berbagai Varietas Kedelai. *Pangan* 22 (3):241-252.

- Astuti, M. 2002. Makanan Fungsional, Manfaat dan Prospeknya Bagi Kesehatan dan Industri Pangan Modern. Dalam Hardini, Dini. 2006. Angka Peroksida Telur Omega Selama Proses Pengolahan. *Jurnal Protein UMM Malang*, 13 (1): 57–62.
- Astuti, M., Meliala, Andreanyta., Fabien, Dalais., Wahlq, Mark. 2000. Tempe, a Nutritious and Healthy Food from Indonesia. *Asia Pacific J Clin Nutr* 9(4): 322–325
- Bal itkabi, 2016. Deskripsi Varietas Unggul Aneka Kacang dan Umbi. Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi. Malang
- Baranyi, N., S. Kocsube and Varga, J., 2015. Aflatoxins: Climate Change and Biodegradation. *Current Opinion in Food Science*, 5: 60–66
- Becker, K dan Siddhuraju, P. 2006. The Antioxidant and Free Radical Scavenging Activities of Processed Cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp.) Seed Extracts. *Food Chemistry* 101 (2007):10-19. Bogor: Jurusan Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Bhaigyabati, T., T, Kirithika., J, Ramya., K, Usha. 2011. Phytochemical Constituens and Antioxidant Activity of Various Extracts of Corn Silk (*Zea mays*. L). *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2(4):986-993
- BPS, 2015. Impor Kedelai Indonesia. Jakarta. Badan Pusat Statistik
- Brand-Williams, W., M. Cuvelier and Berset, C, 1995. Use of Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity, *LWT-Food Science and Technology*, 28 (1): 25-30
- Brown, A. 2000. Understanding Food: Principles and Preparation. Wadsworth Thomson Learning, USA.
- Cahyadi, W. 2006. Kedelai Khasiat dan Teknologi. Bumi Aksara. Bandung
- Cahyati Y, Santoso D.R., Juswono U.P. 2013. Efek Radiasi Pada Penurunan Estrogen Yang Disertai Konsumsi Isoflavon Untuk Mencegah Menopause Dini Pada Terapi Radiasi. *Natural B* 2(2): 109-116.
- Farombi, E.O. 2006. Review: Aflatoxin Contamination of Foods In Developing Countries: Implications for Hepatocellular Carcinoma and Chemopreventive Strategies. *African Journal of Biotechnology*, 5(1), pp. 1-14

- Ghasemzadeh, A., & Ghasemzadeh N. 2011. Flavonoids and Phenolic Acids: Role and Biochemical Activity in Plants and Human. *Journal of Medicinal Plants Research*, 5(31), 6697-6703. doi: 10.5897/JMPR11.363.
- Ginting, E., Antarlina, SS., Widowati, S., 2009. Varietas Kedelai Untuk Bahan Baku Industri Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*, 28(3).
- Gyorgy dan Sugimoto, 2004. Studies on Antioxidant Activity of Tempeh Oil. *Journal of American Oil. Chemist Society* 51 (8): 78-79
- Halket JM, Waterman D, Przyborowska AM, Patel RK. 2005. Chemical Derivatization and Mass Spectral Libraries In Metabolic Profiling By GC/MS and LC/MS. *Journal of Experimental Bot* 56: 410.
- Handajani, S dan Atmaka, W. 2013. Analisis Sifat Fisis-Khemis Beberapa Biji Kacang kacangan; Kekerasan, Kualitas Tanak, Protein, dan Kandungan Mineralnya (Lanjutan). Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Handajani, 2002. Potensi Koro Sebagai Sumber Gizi dan Makanan Fungsional. Surakarta: UNS Press.
- Hasanah Y, Nisa TC, Armidin H, Hanum H. 2015. Isoflavone Content of Soybean (*Glycine max* L.Merr.) cultivar with different nitrogen sources and growing season under dry land condition. *Journal of Agriculture and Environment for International Development* 109(1): 5-17.
- Hermana dan M. Karmini, 1996. Pengembangan Teknologi Pembuatan Tempe. (dalam): Sapuan dan M. Sutrisno (eds). Bunga Rampai Tempe Indonesia. Yayasan Tempe Indonesia. Jakarta,
- Hermana, M. Karmini, D. Karyadi. 2009. Komposisi dan Nilai Gizi Tempe Serta Manfaatnya dalam Peningkatan Mutu Gizi Makanan. Dalam: Sapuan, Soetrisno N (eds). Bunga Rampai Tempe Indonesia. Yayasan Tempe Indonesia.
- Hertini R., Zulfahmi dan Widodo, Y.R. 2013. Optimasi Proses Pembuatan Bubuk (Tepung) Kedelai. Bandar Lampung: Jurusan teknologi pertanian politeknik negeri Lampung Bandar Lampung.

- Hidayah, N., Adiandri, R.S., Astuti, M., 2012. Evaluasi Sifat Fisikokimiawi Dan Organoleptik Tempe Dari Berbagai Varietas Kedelai. *Jurnal Widyariset*, Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pasca Panen Pertanian, 15(2).
- Hidayat. 2008. Fermentasi Tempe. Yogyakarta. ANDI
- Hodgson, E., dan Levi, P.E. (2000). A Textbook of Modern Toxicology. Edisi Kedua. New York: McGraw-Hill Companies, Inc. Halaman 292, 298, 301, 302
- Irmayani, Hariyono, dan Hamzah, 2016. The Farmer's Perception to the Using of Technology After Paddy's Harvest in South Sulawesi. *Jurnal of International Conference on Agribusiness* p.386-390,
- Iswandari, R. 2016. Studi Kandungan Isoflavon Pada Kacang Hijau. IPB. Bogor.
- Ketaren. 2006. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Khlifi, S., Hachimi, Y., Khalil, A., Essafi, N., and Abboyi, A., 2005, In Vitro Antioxidant Effect of *Globularia alypum* L. Hydromethanolic Extract, *Indian Journal of Pharmacology*.
- Kikuzaki, H, Hisamoto, M, Hirose, K, Akiyama, K, and Taniguchi, H. 2002. Antioxidants Properties of Ferulic Acid and Its Related Compound, *J. Agric.Food Chem.*50:2161- 2168.
- Kim, J.K., Kim, E.H., Park, I., Yu, B.R., Lim, J.D., Lee, Y.S., Lee, J.H., Kim, S.H., Chung, M. 2014. Isoflavone Profiling of Soybean (*Glycine max* L. Merrill.) Germplasms and Their Correlations with Metabolic Pathways. *Food Chem.* 153: 258-264.
- Koswara. 2005. Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadikan Makanan Bermutu. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Kotler dan Keller, 2000, Manajemen Pemasaran. Jilid I. Edisi ke 13. Jakarta: Erlangga.
- Meindrawan, B., 2012. Aktivitas Antioksidan Dan Fenolik Total Tempe Satu Kali Rebusan Dari Kedelai Lokal var Grobogan. UKSW. Salatiga. Skripsi,

- Miskah, S., Daslam, R., & Suryani, D. E. 2009. Pengaruh Penambahan Ekstrak Bonggol Dan Kulit Nanas Pada Proses Fermentasi Tempe. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(1).
- Mukhsinatunisa. 2013. Analisis Kadar Air Dalam Bahan Makanan. <http://mukhsinatunisa.blogspot.com/2013/07/laporan-praktikum-kadar-air.htm>
- Murray, R.K., Granner, D.K., Mayes, Peter A., 2003. Biokimia Harper's. Edisi ke-25. Terjemahan. EGC Japan. Jakarta.
- Ningrum, E.N.1999.Kajian Teknologi Pembuatan Tepung Ubi Jalar Instan Kaya Pro-Vitamin. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. IPB. Bogor
- Pratt, D.E. dan Hudson, B.J.F. 2000. Natural Antioxidant not Exploited Commercially. Didalam: B.J.F. Hudson (ed.). Food Antioxidants. *Elsevier Applied Science*. London.
- Purnama, FA., L.,Dewi, SP.,Hastuti, 2012. Kadar Air, Abu, Protein dan Karbohidrat Pada Tahapan Pembuatan Tempe. UKSW Salatiga. Skripsi.
- Purwadaria. 2009. Fermentasi Substrat padat Kulit Singkong Sebagai Bahan Pakan Ternak Unggas. *Wartazoa*, 23 (1): 15-22
- Raghuvansi, R.S. and Bisht, K. 2008. Uses of Soybean: Product and Preparation. Dalam G. Singh (Ed.). *The Soybean: Botany, Production and Uses*: 404–406. USA: CAB International.
- Risnawati, 2015. Komposisi Proksimat Tempe yang Dibuat Dari Kedelai Lokal dan Impor. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta
- Setiadi, 2013. Perilaku Konsumen, Perspektif Kontemporer Pasa motiv. Tujuan dan keinginan konsumen. Jakarta: Kencana,
- Schild, M.K. and Labuza, T.P. 2001. Essentials of Functional Foods. Aspen Publisher, Inc. Gaithersburg, Maryland.
- Smith, A.K and Circle, S., 2008. Soybeans Chemistry and Technology. The AVI Pub. Company Inc. Westport Connecticut

- Suhaidi, I. 2013. Pengaruh Lama Perendaman Kedelai dan Jenis Zat Penggumpal Terhadap Mutu Tahu. Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera.
- Suhartanti, P. D. 2010. Karakteristik Fisik Biji Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max.*) dan Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Karakteristik Kimia Tempe. Jurusan/Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Solo: Universitas Sebelas Maret
- Sulaswatty, A., Idiyanti, T., Susilowati, A. 2001. Pemanfaatan Tepung Non Terigu sebagai Substitusi Tepung Terigu dalam Pembuatan Cookies dan BMC.
- Sunyoto, D. 2013. Teori, Kuisisioner dan Analisis Data Untuk Pemasaran dan Perilaku Konsumen. Yogyakarta: Graha Ilmu,
- Sutomo, B. 2008. Cegah Anemia dengan Tempe. Sinar Baru Algensindo. Bandung.
- Trowell, H.C., Southgate, D., Wolever, T., Leeds, A., Gassull, M., Jenkins, D. 1976. *Dietary fiber re-defined. Lancet.* 307 (7966): 967. [Doi: 10.1016/S0140-6736\(76\)92750-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(76)92750-1)
- Urasopon, N., Hamada, Y., Asaoka, K., and Pongmali, U. 2008. Isoflavon Content of Rodent Diets and Its Estrogenic Effect on Vaginal Cornification in Pueraria mirifica Treated Rats. *Science Asia* 34: 371–376
- Vamerli, T., Barion, G., Hewidy, M., Mosca, G. 2012. Soybean Isoflavone Patterns In Main Stem and Branches as Affected by Water and Nitrogen Supply. *European Journal of Agronomy* 41: 1-10.
- Vyn, T.J., Xinhua, Y., Tom, W.B., Chung-Ja, C.J., Istvan, R., Sylvie, M.B. 2002. Potassium Fertilization Effects on Isoflavone Concentrations in Soybean *Glycine max (L.) Merr.*. *J. Agric. Food Chem.* (50): 3501-3506
- Widianarko, Tips Pangan ”Teknologi, Nutrisi, dan Keamanan Pangan. Grasindo. Jakarta, (2002). <http://www.jawaban.com> diakses tgl 7 Desember 2016

- Widoyo, S., 2010. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Kasar Dan Aktivitas Antioksidan Tempeh Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine* sp.). Bachelor thesis. Sebelas Maret University.
- Winarno, F.G. 2004. Kimia Pangan. Gramedia. Jakarta.
- Wisnujati, A. 2016. Penerapan Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai Jenis Screw Pada Industri Kecil Tempe
- Wisnujati, A.. 2016. Penerapan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Mesin Pengupas Kulit Ari Kedelai Jenis Screw pada Usaha Kecil Tempe. Yogyakarta: UMY
- Wolf, W. J., and Cowan, J.C, 2011. Soybean as a Food Source. CRC Press Inc 18901. Cranwood Parkway, Cleveland, Ohio 44128.
- Yudiono, K. 2018. Increasing the Competitiveness of Lokal Soybean-Based Tempeh SMI Through Disruptive Innovation. International Conference on Small and Medium Enterprise Empowerment (ICSMEE) “Enhancing Small Medium Enterprise Competiveness Based on Creative
- Yudiono, K., Cahyono, E.D., Suprapti, M.A.F. 2020. Pengembangan Disruptive Inovation Pada Industry Tempe: Pengarus-Utamakan Bahan Baku Kedelai Lokal-Nasional Unggulan Untuk Menunjang Kedaulatan Pangan. Laporan akhir tahun ke-3 Penelitian Skim PTUPT.
- Yudiono, K., Cahyono, E.D., Suprapti, M.A.F., 2019. Disruptive Innovation & Kedaulatan Industri Tempe. Pengantar Eksposisi–Refleksi Isu-Isu Sosial Ekonomi Terkini Dalam Industri Tempe. Penerbit Dioma.
- Yudiono, K. dan Cahyono, E.D. 2019. Faktor Sosial Ekonomi Dan Persepsi Pengrajin Tempe Dalam penggunaan Bahan Baku Kedelai (Studi Kasus Di Sentra Industri Tempe Sanan. *Jurnal Agrisocionomic*, 3(2): 59-67
- Yudiono, K. 2020. Peningkatan Daya Saing Kedelai Lokal Terhadap Kedelai Impor Sebagai Bahan Baku Tempe Melalui Pemetaan Fisiko-Kimia. *Jurnal Agrotek* 14(1).

- Yudiono, K. Ayu, W.C., Susilowati, S. 2021. Antioxidant Activity, Total Phenolic, and Aflatoxin Contamination in Tempeh Made from Assorted Soybeans (*Glycine max* L Merrill. *Jurnal Food Research* 5(3).
- Zubik, L. and Meydani, M. 2003. Bioavailability of Soybean Isoflavone from Aglycone and Glucoside Form in American Women. *Am. J. Clin. Nutr.*

