



**SIFAT FUNGSIONAL DAN ANTI NUTRISI TEMPE BERBAHAN BAKU
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merill) DAN KORO KRATOK
(*Phaseolus lunatus* L.) PUTIH**

SKRIPSI

**Oleh
Binarti Agustina
NIM 101710101032**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**



**SIFAT FUNGSIONAL DAN ANTI NUTRISI TEMPE BERBAHAN BAKU
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merrill) DAN KORO KRATOK
(*Phaseolus lunatus* L.) PUTIH**

SKRIPSI

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Study Teknologi Hasil Pertanian (S1) dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh
Binarti Agustina
NIM 101710101032

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2015**

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT, puji syukur atas segala rahmat dan hidayahnya
2. Kedua orang tua tercinta, ibuku Wiwik, S dan bapakku Supar yang senantiasa memberikan do'a, dukungan, kasih sayang, perhatian, dan kesabaran kepadaku
3. Kakakku Maryono, Isa, dan adikku Santoso, serta seluruh keluarga besarku, terimakasih untuk do'a, kasih sayang, dan semangatnya untukku
4. Ibu Nurud Dinyah, S.TP, M.P dan Dr. Ir. Maryanto, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Anggota
5. Almamater SDN Campur IV, SMPN 1 Gondang, dan SMKN 1 Gondang
6. Jajaran Dekanat Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
7. Rekan penelitian saya sielvy dan mas kholid, serta teman-teman penelitian finnada, mas restu, rifka, husnul, febri, sita, sayi, yuli, rini, nawinda, balgies
8. Teman-teman THP 2010, 2009, 2011, dan 2012
9. Keluarga Besar UKM-K Agritechsip

MOTTO

“Sesungguhnya dibalik kesulitan selalu ada kemudahan”

(QS. Al-Insyiraah 94:5-6)

“Waktu itu bagaikan pedang, jika kamu tidak memanfaatkannya menggunakan untuk memotong, ia akan memotongmu (menggilasmu)”

(H. R. Muslim)

Kelemahan terbesar terletak pada keputus asa. Cara yang paling pasti untuk sukses adalah selalu mencobanya satu kali lagi

(Thomas Alfa Edison)

Orang yang malas telah membuang kesempatan yang diberikan Tuhan, padahal Tuhan tidak pernah menciptakan sesuatu dengan sia-sia

(Mario Teguh)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Binarti Agustina

NIM : 101710101032

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul: **“Sifat Fungsional dan Anti Nutrisi Tempe Berbahan Baku Kedelai (*Glycine max* (L.) *Merill*) dan Koro Kratok (*Phaseolus lunatus* L.) Putih”**, adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika disebutkan sumbernya dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2015

Yang Menyatakan

Binarti Agustina

NIM 101710101032

SKRIPSI

**SIFAT FUNGSIONAL DAN ANTI NUTRISI TEMPE BERBAHAN BAKU
KEDELAI (*Glycine max* (L.) Merill) DAN KORO KRATOK
(*Phaseolus lunatus* L.) PUTIH**

Oleh

**Binarti Agustina
NIM 101710101032**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Nurud Diniyah, S.TP, M.P

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Maryanto, M.Eng

PENGESAHAN

Skripsi berjudul: **Sifat Fungsional dan Anti Nutrisi Tempe Berbahan Baku Kedelai (*Glycine max (L.) Merill*) dan Koro Kratok (*Phaseolus lunatus L.*) Putih**, karya Binarti Agustina, NIM 101710101032, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Teknologi Pertanian pada:

Hari : Kamis

Tanggal : 9 Juli 2015

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua

Anggota

Dr. Puspita Sari, S.TP, M.Ph

NIP. 19720301 199802 2 001

Miftahul Choiron, S.TP, M.Sc

NIP. 19850323 200801 1 002

Mengesahkan

Dekan

Fakultas Teknologi Pertanian

Dr. Yuli Witono, S.TP.,M.P

NIP. 19691212 199802 1 001

RINGKASAN

Sifat Fungsional dan Anti Nutrisi Tempe Berbahan Baku Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan Koro Kratok (*Phaseolus lunatus* L.) Putih; Binarti Agustina, 101710101032; 2015; 48 halaman; Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember

Tempe merupakan makanan hasil fermentasi biji kedelai oleh kapang *Rhizopus*, berbentuk padatan kompak, berbau khas, serta berwarna putih atau sedikit keabu-abuan. Tempe merupakan salah satu sumber protein nabati yang sering dikonsumsi dan umumnya berbahan baku kedelai. Kedelai merupakan tanaman legum yang kaya akan protein, karbohidrat, dan lemak. Selain itu, kedelai juga mengandung isoflavon yang mampu mencegah timbulnya penyakit degeneratif. Produksi kedelai di Indonesia masih jauh lebih rendah dari kebutuhan kedelai yang mencapai 2,2 juta ton per tahun, sehingga pemerintah harus impor kedelai untuk memenuhi kebutuhan kedelai tersebut. Untuk mengatasi ketergantungan kebutuhan kedelai perlu dilakukan penambahan dengan kacang lokal seperti koro. Koro kratok mengandung karbohidrat dan protein yang cukup tinggi serta kandungan lemak yang rendah. Selain itu, koro juga mengandung polifenol dan antioksidan sehingga bisa dikembangkan sebagai pangan konvensional. Akan tetapi, koro kratok juga mengandung asam sianida (HCN) dan asam fitat. Salah satu cara untuk menurunkan kadar senyawa racun dan senyawa anti nutrisi tersebut yaitu dengan cara mengolah koro menjadi tempe. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui karakteristik fungsional dan zat antinutrisi tempe dengan perlakuan perbandingan komposisi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan koro kratok (*Phaseolus lunatus* L.) putih.

Penelitian ini dilakukan mulai bulan Juni 2014 sampai Januari 2015. Bahan yang digunakan yaitu kedelai yang diperoleh dari pasar Tanjung jember, koro kratok putih yang diperoleh dari Bondowoso. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu perbandingan proporsi kedelai dan koro kratok putih.

Perbandingan proporsi kedelai dan koro kratok putih yang digunakan yaitu kedelai 100% : koro kratok putih 0%, kedelai 75% : koro kratok putih 25%, kedelai 50% : koro kratok putih 50%, kedelai 25% : koro kratok putih 75%, kedelai 0% : koro kratok putih 100%. Setiap perlakuan dilakukan tiga kali ulangan. Data yang diperoleh diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) dengan taraf uji 1%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa perbandingan proporsi kedelai dan koro kratok putih sangat berpengaruh nyata terhadap sifat fungsional dan zat anti nutrisi tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih. Tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih memiliki aktivitas antioksidan berkisar antara 15,20 - 34,46%. Total polifenol berkisar antara 0,17 – 0,36 mg/g. Kadar asam sianida (HCN) berkisar antara 0,14 – 0,63 mg/100g. Kandungan asam fitat berkisar antara 3,84 – 5,73 mg/g. Dan protein terlarut berkisar antara 44,34 – 60,02 mg/g.

SUMMARY

Functional and Anti Nutritional Properties of Tempeh from Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) and White Lima Bean (*Phaseolus lunatus* L.);
Binarti Agustina, 101710101032; 2015; 48 pages; Departement of Technology Agricultural Product, Faculty of Agriculture Technology, Jember University

Tempeh is a food fermentation of soybean grains by *Rhizopus*, compact solid form, distinctive smell, as well as white or slightly grayish. Tempeh is a source of plant protein is often consumed and generally made from soybean. Soybeans are legumes rich in protein, carbohydrates, and fats. In addition, soybean also contains isoflavones are able to prevent the onset of degenerative diseases. Soybean production in Indonesia is still much lower than the needs of soybeans reached 2.2 million tonnes per year, so the government had to import soybeans to meet the needs of the soybean. To overcome the dependency needs of soybean to be done with the addition of local beans such as lima bean. Lima bean contains high carbohydrates, protein and low fat content. In addition, lima bean also contain polyphenols and antioxidants that can be developed as a conventional food. However, lima bean also contains cyanide (HCN) and phytic acid. One way to reduce levels of toxic and anti nutritional compounds by processing lima bean into tempeh. The purpose of this research is to determine the functional and anti nutritional characteristics of tempeh with the treatment composition ratio of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) and white lima bean (*Phaseolus lunatus* L.).

This research was conducted from June 2014 through January 2015. The material used is soybean from tanjung market Jember, lima bean from Bondowoso. The experiment design used in this research is completely randomized design (CRD) with one factor which is the ratio proportions of soybeans and white lima bean. Comparison of the proportion of soybean and white lima bean used is soybean 100% : white lima bean 0%, soybeans 75% : white lima bean 25%, soybeans 50% : white lima bean 50%, soybeans 25%: white lima bean 75%, soybean 0% : white lima bean 100%. Each treatment was

performed three times repetition. The data obtained were processed using analysis of variance (ANOVA) and if there are differences in test followed by Duncan New Multiple Range Test (DNMRT) with test level of 1%.

Based on the research that has been done can be seen that the comparison of the proportion of soybean and white lima bean very significant effect on the functional and anti nutritional properties of tempeh from soybean and white lima bean. Tempeh from soybean and white lima bean have antioxidant activity between 15.20 to 34.46%. Total polyphenols between 0.17 to 0.36 mg/g. Levels of cyanide (HCN) between 0.14 to 0.63 mg/100g. Phytic acid content between 3.84 to 5.73 mg/g. And soluble protein between 44.34 to 60.02 mg/g.

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis (skripsi) yang berjudul “**Sifat Fungsional dan Anti Nutrisi Tempe Berbahan Baku Kedelai (*Glycine max* (L.) Merill) dan Koro Kratok (*Phaseolus lunatus* L.) Putih**”. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi Strata Satu (S1), Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan karya ilmiah tertulis (skripsi) ini banyak mendapat bantuan, bimbingan, dukungan, dan saran dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Dr. Yuli Witono, S.TP.,M.P, selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
2. Ir. Giyarto, M.Sc, selaku ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember,
3. Nurud Diniyah, S.TP.,M.P, selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah memberikan bimbingan, pengarahan, saran, serta meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran demi terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini,
4. Dr. Ir. Maryanto, M.Eng, selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA) yang telah banyak memberi bimbingan, nasihat, dan ilmu yang bermanfaat sehingga penulis mampu menyelesaikan karya ilmiah tertulis ini,
5. Dr. Puspita Sari, S.TP.,M.Ph dan Miftahul Choiron, S.TP, M.SC selaku ketua penguji dan anggota penguji yang telah memberikan banyak masukan bagi kesempurnaan karya ilmiah tertulis ini,
6. Prof. Ir. Achmad Subagio, M.Agr, PhD., selaku Dosen Pembimbing Akademik, yang selalu memberikan bimbingan selama penulis menuntut ilmu,
7. Orang tuaku tercinta, Bapakku Supar dan Ibuku Wiwik, S, terimakasih atas do'a, kasih sayang, kesabaran dan dukungan yang telah diberikan dalam penyelesaian karya ilmiah tertulis ini,

8. Kakakku Maryono, Isa dan adikku Santoso, terimakasih atas do'a, motivasi, dan nasehatnya selama ini,
9. Keponakanku Windy dan Faiq yang telah banyak memberikan keceriaan di sela-sela kejenuhanku, serta keluarga besarku yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan dan do'a,
10. Dani setiawan, yang telah hadir mengisi dan menghiasi hari-hariku, terima kasih telah menjadi teman terbaikku, yang telah mengajarkan betapa pentingnya ketegaran untuk mencapai keberhasilan dalam menjalani hidup,
11. Seluruh karyawan dan teknisi Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan Hasil Pertanian, Laboratorium Analisis Terpadu di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember
12. Rekan kerja penelitian sielvy, mas kholid, finnada, mas restu, husnul, rifka, febri, sita, sayi, yuli, rini, nawinda, balgies, yang sangat membantu pengerjaan penelitian ini,
13. Teman-teman THP 2010 yang selalu berbagi cerita dan menginspirasi,
14. Sahabat-sahabatku Imeh, Retta, Sielvy, Finnada, Sayi, Sita, dan teman-teman kost Mastrip Timur 91 (Partha, Adjeng, Diska, 'n arek-arek Nganjuk) atas kebersamaan dan dukungannya selama proses perkuliahan,
15. Bapak Iwan Tresnawan, Bapak Abdul Jalal serta Bapak/Ibu guru SMK N 1 Gondang, yang telah banyak memberikan motivasi.
16. Semua pihak yang telah membantu terselesainya karya ilmiah tertulis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa penyusunan karya ilmiah tertulis ini masih terdapat kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Semoga karya ilmiah tertulis ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca.

Jember, Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBING	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY.....	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Koro Kratok (<i>Phaseolus lunatus L</i>)	5
2.2 Kedelai (<i>Glycine max (L) Merill</i>)	7
2.3 Ragi Tempe	9
2.4 Tempe	9
2.5 Proses Pembuatan Tempe.....	11
2.6 Sifat Fungsional dan Anti Nutrisi	13
2.6.1 Antioksidan	13
2.6.2 Polifenol	14
2.6.3 Asam Sianida (HCN).....	15

2.6.4 Asam Fitat	16
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	18
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.2 Bahan dan Alat Penelitian	18
3.2.1 Bahan Penelitian	18
3.2.2 Alat Penelitian	18
3.3 Pelaksanaan Penelitian	18
3.4 Rancangan Penelitian	21
3.5 Parameter Pengamatan	21
3.6 Prosedur Analisis	21
3.6.1 Aktivitas Antioksidan	21
3.6.2 Total Polifenol	22
3.6.3 Asam Sianida (HCN)	23
3.6.4 Asam Fitat	23
3.6.5 Protein Terlarut	24
3.7 Analisa Data	25
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Aktivitas Antioksidan	25
4.2 Total Polifenol	26
4.3 Asam Sianida (HCN)	28
4.4 Asam fitat	31
4.5 Protein Terlarut	33
BAB 5. PENUTUP	36
5.1 Kesimpulan	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	41

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Tanaman dan Biji Koro Kratok.....	6
Gambar 2.2 Tanaman Kedelai.....	8
Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Tempe Berbahan Baku Kedelai dan Koro Kratok Putih	20
Gambar 4.1 Aktivitas antioksidan (%) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih	25
Gambar 4.2 Total polifenol (mg/g) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.....	27
Gambar 4.3 Kadar asam sianida (HCN) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih	29
Gambar 4.4 Kadar asam fitat (mg/g) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih	31
Gambar 4.5 Kadar protein terlarut (mg/g) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.....	34

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Komposisi Biji Polongan Kedelai dan Koro-koroan (per 100 gram bagian dapat dimakan) g/100g	6
Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Anti Nutrisi dan Racun pada Beberapa Jenis Koro	7
Tabel 2.3 Kandungan Gizi Kedelai tiap 100 gram Bahan Kedelai	8
Tabel 2.4 Komposisi Zat Gizi Tempe per 100 gram Bahan Basah.....	11

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A. Gambar tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih .	41
Lampiran B. Data Hasil Analisis tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.....	41
B.1 Analisa aktivitas antioksidan	41
B.1.1 Data hasil analisa aktivitas antioksidan	41
B.1.2 Hasil sidik ragam analisa aktivitas antioksidan	41
B.1.3 Uji DNMRT	42
B.2 Analisa total polifenol	42
B.2.1 Kurva Standart	42
B.2.2 Data hasil analisa total polifenol	43
B.2.3 Hasil sidik ragam analisa total polifenol	43
B.2.4 Uji DNMRT	44
B.3 Analisa asam sianida (HCN)	44
B.3.1 Data hasil analisa asam sianida (HCN)	44
B.3.2 Hasil sidik ragam analisa asam sianida (HCN)	44
B.3.3 Uji DNMRT	45
B.4 Analisa asam fitat	45
B.4.1 Data hasil analisa asam fitat	45
B.4.2 Hasil sidik ragam analisa asam fitat	45
B.4.3 Uji DNMRT	46
B.5 Analisa protein terlarut	46
B.5.1 Kurva Standart	46
B.5.2 Data hasil analisa protein terlarut	47
B.5.3 Hasil sidik ragam analisa protein terlarut.....	47
B.5.4 Uji DNMRT	48

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempe merupakan makanan tradisional yang telah lama dikenal di Indonesia. Tempe didefinisikan sebagai produk makanan hasil fermentasi biji kedelai oleh kapang *Rhizopus*, berbentuk padatan kompak dan berbau khas serta berwarna putih atau sedikit keabu-abuan. Tempe dibuat dengan cara fermentasi oleh kapang *Rhizopus*. Pembuatan tempe umumnya membutuhkan bahan baku kedelai. Pada saat fermentasi, komponen-komponen nutrisi yang kompleks pada kedelai akan dicerna menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana oleh kapang melalui reaksi enzimatik (Cahyadi, 2006).

Tempe merupakan salah satu sumber protein nabati yang sering dikonsumsi dan umumnya berbahan baku kedelai. Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) merupakan tanaman legum yang kaya protein nabati, karbohidrat, dan lemak. Biji kedelai juga mengandung fosfor, besi, kalsium, vitamin B dengan komposisi asam amino lengkap sehingga potensial untuk pertumbuhan tubuh manusia (Pringgohandoko dan Padmini, 1999). Selain itu, kedelai juga merupakan bahan pangan penghasil antioksidan alami. Salah satu komponen penting/senyawa bioaktif yang bertindak sebagai antioksidan adalah isoflavon. Isoflavon kedelai mampu mencegah timbulnya penyakit degeneratif (Astuti S, 2008).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS, 2013), produksi kedelai pada tahun 2012 sebesar 843,15 ribu ton biji kering atau mengalami penurunan sebesar 8,13 ribu ton dibandingkan tahun 2011. Produksi kedelai pada tahun 2013 diperkirakan 847,16 ribu ton biji kering atau mengalami peningkatan sebesar 4,00 ribu ton dibandingkan tahun 2012. Peningkatan produksi kedelai diperkirakan terjadi karena kenaikan luas panen seluas 3,94 ribu hektar. Perkiraan kenaikan produksi kedelai pada tahun 2013 yang relatif besar terdapat di Provinsi Nusa Tenggara Barat, Jawa Timur, Sulawesi Selatan, Jawa Barat, dan Sulawesi Tengah. Jumlah produksi kedelai ini masih jauh lebih rendah dari kebutuhan kedelai yang mencapai 2,2 juta ton per tahun. Oleh sebab itu, untuk memenuhi kebutuhan kedelai di dalam negeri pemerintah terpaksa mengimpor dari luar negeri.

Untuk mengatasi ketergantungan kebutuhan kedelai perlu dilakukan penambahan dengan kacang lokal atau mengganti bahan baku kedelai dengan kacang lain seperti koro. Koro merupakan salah satu jenis kacang-kacangan lokal yang memiliki beragam varietas dan biasa digunakan sebagai bahan baku pengganti kedelai dalam pembuatan tempe. Koro-koroan merupakan anggota tanaman polong-polongan yang kandungan proteinnya cukup tinggi. Ada banyak jenis koro-koroan di Indonesia antara lain koro komak, pedang, dan kratok dengan kandungan protein berturut-turut 18,85%, 21,87%, dan 14,10% (Subagio dkk., 2003). Salah satu jenis koro yang dapat digunakan dalam pembuatan tempe yaitu koro kratok.

Koro kratok (*Phaseolus lunatus* L.) merupakan jenis *non oil seed legume* yang budidayanya mudah dan dapat ditanam di lahan kering, namun sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal (Robert, 1985). Koro kratok (*Phaseolus lunatus* L.) mengandung karbohidrat 56,2%, protein sebesar 20% dan memiliki kandungan lemak sangat kecil yaitu 1,5%. Sehingga koro dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pengganti kedelai dalam pembuatan tempe. Koro-koroan memiliki kandungan polifenol dan aktivitas antioksidan tertentu sehingga selain sebagai sumber pangan, koro-koroan dapat dikembangkan sebagai pangan konvensional (Srisuma, 1989).

Koro memiliki kandungan gizi yang tidak kalah dengan kedelai yaitu karbohidrat dan protein yang cukup tinggi serta kandungan lemak yang rendah. Akan tetapi, koro juga mengandung beberapa senyawa merugikan yaitu glukosianida yang bersifat toksik dan asam fitat yang merupakan senyawa anti nutrisi (Handajani dkk., 2008). Salah satu cara untuk menurunkan kadar senyawa racun (glukosianida) dan senyawa anti nutrisi (asam fitat) yaitu dengan cara mengolah koro menjadi tempe. Proses perendaman, perebusan, dan fermentasi pada proses pembuatan tempe dapat menurunkan senyawa anti nutrisi tersebut. Proses perendaman yang lebih lama dengan beberapa kali pergantian air rendaman selama pembuatan tempe dapat mengekstrak keluar senyawa glukosianidanya. Proses perebusan dapat menginaktifkan enzim fitase karena enzim fitase memiliki aktivitas optimum antara pH 5,0 – 5,2 dan suhu 50-52⁰C,

sehingga asam fitat larut dalam air rebusan. Proses fermentasi dapat mengurangi kandungan asam fitat hingga 1/3 nya. Hal ini disebabkan karena jamur *Rhizopus oligosporus* akan menghasilkan enzim fitase yang akan memecah asam fitat (inosinol hexaphosphat) menjadi inosinol dan phosphate organic (Kasmidjo, 1990). Oleh karena itu, dilakukan penelitian pembuatan tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih dengan perlakuan perbandingan komposisi kedelai dan koro kratok putih untuk mengetahui karakteristik fungsional dan anti nutrisi tempe yang dihasilkan.

1.2 Rumusan Masalah

Koro kratok (*Phaseolus lunatus* L.) memiliki kandungan gizi yang tidak kalah dengan kedelai yaitu karbohidrat (56,2%) dan protein (20%) yang cukup tinggi serta kandungan lemak yang rendah yaitu sebesar 1,5%. Akan tetapi, koro kratok (*Phaseolus lunatus* L.) juga mengandung beberapa senyawa merugikan yaitu glukosianida yang bersifat toksik dan asam fitat yang merupakan senyawa anti nutrisi. Senyawa racun dan senyawa anti nutrisi tersebut dapat dikurangi kadarnya melalui proses pengolahan. Salah satunya dengan cara mengolah koro menjadi tempe. Pengaruh perbandingan komposisi kedelai dan koro kratok putih terhadap karakteristik fungsional dan anti nutrisi tempe belum diketahui sehingga dilakukan penelitian sifat fungsional dan anti nutrisi tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fungsional dan anti nutrisi tempe dengan perlakuan perbandingan komposisi kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) dan koro kratok (*Phaseolus lunatus* L.) putih.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomi koro kratok putih.
2. Menambah wawasan atau informasi tentang pembuatan tempe yang berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.
3. Sebagai salah satu usaha diversifikasi atau penganekaragaman produk tempe.



BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Koro Kratok (*Phaseolus lunatus L.*)

Koro-koroan adalah biji kering dari polong-polongan (*Leguminosae*) yang bermanfaat sebagai bahan pangan yang kaya akan protein. Biji polong-polongan mengandung protein yang tinggi, berkisar antara 18% - 35% dan mengandung lemak yang sangat rendah yaitu antara 0,2% - 3%. Terdapat bermacam-macam jenis polong-polongan yang dibudidayakan di Indonesia, salah satunya yaitu koro kratok (*Phaseolus lunatus L.*). Koro kratok berasal dari Neotropik dengan dua daerah domestika yaitu Amerika tengah untuk yang berbiji kecil dan Amerika selatan untuk yang berbiji besar. Koro kratok dibudidayakan untuk dipanen biji muda dan biji keringnya (Maesen dan Somaatmadja, 1993).

Adapun klasifikasi koro kratok adalah sebagai berikut:

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Bangsa: *Rosales*

Suku : *Caesalpiaceae*

Marga : *Phaseolus*

Jenis : *Phaseolus lunatus*

Koro kratok merupakan tanaman semusim. Tipe yang merumpun tingginya mencapai 0,6 m dan tipe yang memanjat tingginya mencapai 2-4 m. Daun majemuk beranak daun tiga, anak daun berbentuk bundar telur dan lancip. Polongnya lonjong umumnya melengkung dan berbiji 2-4 butir. Syarat tumbuh tanaman koro kratok adalah tanahnya gembur, air tidak menggenang, iklim kering, derajat keasaman tanah 5,5-6,5. Tanaman dan biji koro kratok dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Tanaman dan biji koro kratok

Jenis tanaman koro-koroan mempunyai komposisi kimia beragam tergantung jenis, sifat genetik masing-masing varietas dan lingkungan tumbuhnya (cara budidaya), serta tingkat kematangan biji (Utomo dkk., 1999). Kandungan kimia beberapa jenis koro dan kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi Biji Polongan Kedelai dan Koro-koroan (per 100 gram bagian dapat dimakan) (%)

Bahan	Air	Protein	Lemak	Karbohidrat	Serat	Abu
Kedelai	10	35	18	32	4	5
Komak	9,6	24,9	0,8	60,1	1,4	3,2
Kratok	13,2	20	1,5	56,2	3,7	3,4
Koro Benguk	15	24	3,0	55	-	3
Koro Loke	88,6	27	0,2	7,9	-	-

Sumber : Maesen dan Somaatmadja, (1993)

Kandungan senyawa anti nutrisi dan racun koro kratok (HCN) sangat tinggi yaitu 111,8 mg/100g (Subagio dkk.,2003). Menurut Akpapunam and Sefa Dedeh (1997), Ambang batas HCN yang diperbolehkan dalam bahan pangan adalah sebesar 20mg/100g. Asam sianida (HCN) merupakan senyawa racun yang dapat mengganggu kesehatan. Gangguan kesehatan dapat berupa pusing, lemah badan, kekacauan mental. Senyawa ini dalam tanaman terikat sebagai glikosida diantaranya amigdalin, durin, dan linamarin (Whistler and Daniel, 1985). Adapun kandungan senyawa anti nutrisi dan racun tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Kandungan Senyawa Anti Nutrisi dan Racun pada Beberapa Jenis Koro

Anti nutrisi/racun	Komak	Kratok	Pedang
HCN (mg/100g)	1,1	111,8	0,5
Fitat (mg/g)	18,9	13,0	13,2
Inhibitor tripsin (TIU/mg)	0,15	35,90	0,15

Sumber: Subagio dkk., (2003)

Adanya senyawa anti nutrisi dan racun pada koro akan menimbulkan citarasa yang kurang disukai, mengurangi bioavailabilitas nutrisi dalam tubuh dan menyebabkan keracunan. Asam fitat mempunyai sifat rakhitogenik (menyebabkan penyakit tulang karena tubuh kekurangan kalsium). Jika asam fitat berikatan dengan kalsium atau mineral maka akan membentuk garam yang tidak larut, sehingga mineral tersebut tidak dapat diserap oleh usus (Noor, 1992).

2.2 Kedelai (*Glycine max (L.) Merrill*)

Kedelai merupakan tanaman semusim yang diusahakan pada musim kemarau, karena tidak memerlukan air dalam jumlah yang besar. Kedelai tumbuh didaerah dengan ketinggian 0-500m dari permukaan laut. Kedelai termasuk tanaman berbiji ganda dan berakar tunggang. Dalam sistematika tumbuh-tumbuhan (taksonomi), tanaman kedelai diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i>
Ordo	: <i>Polypetales</i>
Famili	: <i>Leguminos</i>
Subfamili	: <i>Papilionoidae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Spesies	: <i>Glycine max</i>

Tanaman kedelai dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Tanaman Kedelai

Kedelai memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi. Adapun kandungan gizi kedelai tiap 100 gram bahan kedelai dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3. Kandungan Gizi Kedelai Tiap 100 gram Bahan Kedelai

Kandungan Gizi	Kedelai Kering
Kalori (Kal)	331,0
Protein (g)	34,90
Lemak (g)	18,10
Karbohidrat (g)	34,80
Kalsium (mg)	227,00
Fosfor (mg)	585,00
Zat Besi (mg)	8,00
Vitamin A (S.I)	110,00
Vitamin B ₁ (mg)	1,07
Vitamin C	-
Air (g)	10,00

Sumber : Departemen Kesehatan RI (1992)

Kedelai mengandung gizi yang cukup tinggi, selain itu kedelai juga mengandung senyawa anti nutrisi dan senyawa penyebab *off flavor* (penyimpangan cita rasa dan aroma pada produk olahan kedelai). Senyawa anti nutrisi yang sangat mempengaruhi mutu produk olahan kedelai diantaranya yaitu anti tripsin, hemagglutinin, asam fitat, oligosakarida penyebab flatulensi (timbulnya gas dalam perut sehingga perut menjadi kembung). Sedangkan senyawa penyebab *off flavor* pada kedelai adalah glukosida, saponin, estrogen,

dan senyawa penyebab alergi. Senyawa-senyawa tersebut harus dihilangkan atau dinaktifkan selama pengolahan agar dihasilkan produk olahan kedelai yang bermutu baik dan aman untuk dikonsumsi manusia (Koswara, 1992).

2.3 Ragi Tempe

Inokulum tempe merupakan spora kapang yang memegang peranan penting dalam pembuatan tempe karena dapat mempengaruhi mutu tempe yang dihasilkan. Jenis kapang yang memegang peranan utama dalam pembuatan tempe adalah *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae*, sedangkan jenis kapang lain yang juga terdapat dalam pembuatan tempe adalah *Rhizopus solonifer* dan *Rhizopus arrhizus*. Menurut Hidayat (2006), Kualitas tempe sangat dipengaruhi oleh kualitas starter yang digunakan untuk inokulasinya. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi oleh starter agar menghasilkan tempe yang baik antara lain:

1. Mampu memproduksi spora dalam jumlah banyak.
2. Mampu bertahan beberapa bulan tanpa mengalami perubahan genetik maupun kemampuan tumbuhnya.
3. Memiliki persentase perkecambahan spora yang tinggi segera setelah diinokulasi.
4. Mengandung biakan jamur tempe yang murni dan bila digunakan berupa kultur campuran harus mempunyai proporsi yang tepat.
5. Bebas dari mikroba kontaminan dan jika memungkinkan strain yang dipakai memiliki kemampuan untuk melindungi diri terhadap dominasi mikroba kontaminan.
6. Mampu menghasilkan produk yang stabil berulang-ulang.
7. Pertumbuhan miselia setelah diinokulasi harus kuat, lebat berwarna putih bersih, memiliki aroma spesifikasi tempe yang enak dan tidak mengalami sporulasi yang terlalu awal.

2.4 Tempe

Tempe adalah makanan hasil fermentasi yang sangat terkenal di Indonesia. Tempe yang biasanya dikenal oleh masyarakat Indonesia adalah tempe yang

menggunakan bahan baku kedelai. proses fermentasi kedelai dapat menjadikan tempe lebih mudah dicerna oleh tubuh. Tempe segar tidak dapat disimpan lama karena tempe bertahan selama 2x24 jam, melebihi itu kapang tempe mati dan akan tumbuh bakteri perombak protein yang mengakibatkan tempe cepat busuk. Tempe merupakan makanan alami yang baik untuk kesehatan. Tempe mengandung antioksidan yang dapat mencegah oksidasi kolesterol LDL darah manusia sehingga dapat mencegah penyempitan pembuluh darah yang memicu timbulnya penyakit jantung koroner (Sarwono, 2005).

Ada berbagai jenis tempe selain jenis tempe kedelai, yakni tempe *leguminosa non* kedelai dan tempe *non leguminosa*. Tempe *leguminosa non* kedelai diantaranya adalah tempe koro, tempe kecipir, tempe kedelai hitam, tempe lamtoro, tempe kacang hijau, tempe kacang merah, dll. Sedangkan jenis tempe *non leguminosa* diantaranya tempe gandum, tempe sorghum, tempe campuran beras dan kedelai, tempe ampas tahu, tempe bongkrek, tempe ampas kacang (Hidayat, 2008).

Proses pembuatan tempe melibatkan tiga faktor pendukung yaitu bahan baku yang dipakai, mikroorganisme (kapang tempe), dan keadaan lingkungan tumbuh (suhu, pH, kelembaban). Dalam proses fermentasi tempe kedelai, substrat yang digunakan adalah biji kedelai yang telah direbus dan mikroorganisme yang digunakan berupa kapang antara lain *Rhizopus oligosporus*, *Rhizopus oryzae* dan lingkungan pendukung yang terdiri dari suhu 30⁰C, pH awal 6,8, kelembaban 70-80%. Starter dalam pembuatan tempe selain menggunakan kapang murni juga dapat menggunakan laru. Tempe dikatakan berhasil apabila terdapat lapisan putih disekitar bahan yang digunakan (kedelai, kacang, koro) dan pada saat dipotong tempe tidak hancur. Hal-hal yang perlu diperhatikan agar tempe berhasil baik yaitu dengan menjaga kebersihan alat yang digunakan untuk membuat tempe. Kebersihan sangat penting karena fermentasi tempe hanya terjadi pada lingkungan yang higienis. Gangguan yang terjadi pada pembuatan tempe diantaranya adalah tempe tetap basah, pertumbuhan jamur kurang baik, dan jamur hanya tumbuh di salah satu tempat (Hidayat, 2008).

Tempe mengandung protein yang cukup tinggi dengan susunan asam amino yang cukup lengkap. Komposisi zat gizi Tempe per 100 gram bahan basah dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4. Komposisi Zat Gizi Tempe per 100 Gram Bahan Basah

Zat gizi	Tempe Kedelai
Energi (kkal)	149
Protein (g)	18,3
Lemak (g)	4,0
Karbohidrat (g)	12,7
Kalsium (mg)	129
Fosfor (mg)	154
Besi (mg)	10,0
Vitamin A (IU)	50
Vitamin B (mg)	0,17

Sumber : Astawan (2009)

2.5 Proses Pembuatan Tempe

Menurut Wijayanti (2002), tahap pembuatan tempe meliputi proses penyortiran, pencucian, perebusan I, pengupasan kulit, perendaman, perebusan II, penirisan dan pendinginan, penginokulasian (peragian), pembungkusan, pemeraman (fermentasi). Proses penyortiran dalam pembuatan tempe bertujuan untuk memperoleh produk tempe yang berkualitas, yaitu memilih biji kedelai yang bagus. Pencucian bertujuan untuk menghilangkan kotoran yang melekat maupun tercampur diantara biji kedelai.

Perebusan bertujuan untuk melunakkan biji kedelai sehingga dapat ditembus oleh miselia kapang yang menyatukan biji kedelai yang terpisah menjadi kompak satu dengan yang lainnya. selain itu, perebusan juga berfungsi untuk memberikan air kedalam biji (hidrasi) sehingga kandungan air dalam biji meningkat dan sesuai dengan kondisi pertumbuhan kapang tempe. Perebusan juga berperan untuk menonaktifkan *trypsin inhibitor* yang ada dalam biji kedelai. Selain itu perebusan I ini bertujuan untuk mengurangi bau langu dari kedelai dan dengan perebusan akan membunuh bakteri yang kemungkinan tumbuh selama perendaman. Perebusan dilakukan selama 30 menit atau ditandai dengan mudah terkelupasnya kulit kedelai jika ditekan dengan jari tangan (Cahyadi, 2006).

Perendaman bertujuan untuk melunakkan biji dan mencegah pertumbuhan bakteri pembusuk selama fermentasi. Ketika perendaman, kulit biji mengalami fermentasi oleh bakteri yang terdapat di air terutama oleh bakteri asam laktat. Perendaman juga bertujuan untuk memberikan kesempatan kepada keping-keping kedelai untuk menyerap air sehingga menjamin pertumbuhan kapang menjadi optimum. Keadaan ini tidak mempengaruhi pertumbuhan kapang tetapi mencegah berkembangnya bakteri yang tidak diinginkan (Cahyadi, 2006).

Perendaman dapat menggunakan air biasa selama 12-16 jam pada suhu kamar (25-30°C). Selama proses perendaman, biji mengalami proses hidrasi sehingga kadar air biji naik sebesar kira-kira dua kali kadar air semula yaitu mencapai 62-65%. 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*. Kondisi ini memungkinkan terhambatnya pertumbuhan bakteri yang bersifat patogen dan pembusuk yang tidak tahan terhadap asam. Selain itu, peningkatan kualitas organoleptiknya juga terjadi dengan terbentuknya aroma dan flavor yang unik. Penurunan pH biji kedelai tidak menghambat pertumbuhan jamur tempe, tetapi dapat menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri kontaminan yang bersifat pembusuk (Hermana dan Karmini, 1996).

Proses fermentasi yang terjadi pada tempe berfungsi untuk mengubah senyawa makromolekul kompleks yang terdapat pada kedelai (protein, lemak, dan karbohidrat) menjadi senyawa yang lebih sederhana seperti peptida, asam amino, asam lemak, dan monosakarida. Spesies-spesies kapang yang terlibat dalam fermentasi tempe tidak memproduksi racun, bahkan kapang itu mampu melindungi tempe terhadap kapang penghasil aflatoksin, jamur yang dipakai untuk membuat tempe dapat menurunkan kadar aflatoksin hingga 70%. Selain itu tempe juga mengandung senyawa anti bakteri yang diproduksi kapang selama fermentasi berlangsung (Ali, 2008).

2.6 Sifat Fungsional dan Anti Nutrisi

2.6.1 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menunda, memperlambat dan mencegah proses oksidasi lipid. Dalam arti khusus, antioksidan adalah zat yang dapat menunda atau mencegah terjadinya reaksi antioksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid. Antioksidan merupakan zat yang dapat melawan pengaruh bahaya dari radikal bebas yang terbentuk sebagai hasil dari metabolisme oksidatif yaitu hasil dari reaksi-reaksi kimia dan proses metabolik yang terjadi dalam tubuh (Kocchar dan Rossell, 1990).

Menurut Winarno (2002), secara umum ada dua jenis antioksidan yaitu antioksidan primer dan antioksidan sekunder. Antioksidan primer adalah senyawa yang dapat melepaskan hidrogen untuk menghentikan reaksi berantai pembentukan radikal bebas. Sedangkan antioksidan sekunder merupakan jenis antioksidan yang dapat mencegah kerja oksidator (*pro-oksidator*) sehingga propagasi dapat dihindari.

Terdapat tiga macam antioksidan yaitu: (a) Antioksidan yang dibuat oleh tubuh kita sendiri yang berupa enzim antara lain *superoksidase dismutase*, *glutathione peroxidase*, *peroxidase* dan *katalase*. (b) Antioksidan alami yang dapat diperoleh dari tanaman atau hewan yaitu tokoferol, vitamin C, betakaroten, flavonoid dan senyawa fenolik. (c) Antioksidan sintetik yang dibuat dari bahan-bahan kimia yaitu *Butylated Hroxyanisole* (BHA), BHT, TBHQ, PG, dan NDGA yang ditambahkan dalam makanan untuk mencegah kerusakan lemak (Kumalaningsih, 2007).

Kumalaningsih (2007) menyatakan bahwa, atas dasar fungsinya antioksidan dapat dibedakan menjadi lima yaitu:

a. Antioksidan Primer

Antioksidan primer berfungsi untuk mencegah terbentuknya radikal bebas baru karena ia dapat merubah radikal bebas yang ada menjadi molekul yang berkurang dampak negatifnya sebelum sempat bereaksi.

b. Antioksidan Sekunder

Antioksidan sekunder merupakan senyawa yang berfungsi menangkap radikal bebas serta mencegah terjadinya reaksi berantai sehingga tidak terjadi kerusakan yang lebih besar.

c. Antioksidan Tersier

Antioksidan tersier merupakan senyawa yang memperbaiki sel-sel dan jaringan yang rusak karena serangan radikal bebas. Biasanya yang termasuk kelompok ini adalah jenis enzim misalnya metionin sulfoksidan reduktase yang dapat memperbaiki DNA dalam inti sel. Enzim tersebut bermanfaat untuk perbaikan DNA pada penderita kanker.

d. *Oxygen Scavenger*

Antioksidan yang termasuk *oxygen scavenger* mengikat oksigen sehingga tidak mendukung reaksi oksidasi, misalnya vitamin C.

e. *Chelator/ Sequestrants*

Mengikat logam yang mampu mengkatalisis reaksi oksidasi misalnya asam sitrat dan asam amino.

2.6.2 Polifenol

Polifenol adalah kelompok zat kimia yang banyak ditemukan pada tumbuh-tumbuhan. Polifenol adalah asam fenolik dan flavonoid. Polifenol banyak ditemukan didalam buah-buahan, sayuran serta biji-bijian (Arnelia, 2002). Zat ini memiliki tanda khas yakni memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya. Pada beberapa penelitian disebutkan bahwa kelompok polifenol memiliki peran sebagai antioksidan yang baik untuk kesehatan. Antioksidan polifenol dapat mengurangi resiko penyakit jantung, pembuluh darah, dan kanker. Fenol dapat ditemukan pada polongan, teh hijau, anggur merah, anggur putih, minyak zaitun dan turunannya, coklat hitam dan delima. Kadar fenol yang lebih tinggi dapat ditemukan pada kulit buah seperti pada anggur, apel, dan jeruk.

Menurut Bravo (1998) bahwa polifenol dalam bahan dapat berperan sebagai antioksidan. Antioksidan fenol berfungsi sebagai penghambat radikal bebas dan pengkelat dari ion-ion logam yang mampu mengkatalisis peroksidasi

lipid. Istilah senyawa fenol mencakup senyawa fenol yang cukup luas. Senyawa tersebut mempunyai cincin aromatis yang berhubungan dengan hidroksil substituen termasuk turunannya. Senyawa fenol bersifat oksidatif, dengan adanya oksigen, asam korogenat, asam fosfat dan senyawa otodifenol dapat teroksidasi dalam larutan alkalis atau karena enzim polifenolase. Senyawa fenol juga mudah terikat oleh senyawa protein. Menurut Pratt (1992), senyawa antioksidan alami tumbuhan umumnya adalah senyawa fenolik atau polifenolik yang dapat berupa golongan flavonoid, turunan asam sinamat, kumarin, tokoferol, dan asam-asam organik polifungsional. Salah satu fungsi senyawa fenolik pada tanaman adalah sebagai fitoaleksin dimana fitoaleksin merupakan metabolit sekunder yang berperan sebagai senyawa antioksidan. Senyawa antioksidan alami polifenolik adalah multifungsional dan dapat bereaksi sebagai pereduksi, penangkap radikal bebas, pengkelat logam dan peredam terbentuknya singlet oksigen. Senyawa fenolik mudah teroksidasi dengan adanya oksigen, asam klorogenat, asam fosfat, dan senyawa otodifenol dapat teroksidasi dalam larutan alkalis atau karena enzim polifenolase.

2.6.3 Asam sianida (HCN)

Senyawa yang ditemukan pada koro adalah sianida dalam bentuk *sianogenik glukosida*. Umumnya sianida yang dihasilkan oleh bahan nabati tersebut bervariasi antara 10-800 mg per 100 g bahan dan umumnya aktivitas senyawa ini dapat dihilangkan atau dikurangi melalui proses pemanasan (Yuniastuti, 2007). Menurut Budiyanto (2001), glikosianida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat dalam makanan nabati dan berpotensi terurai menjadi asam sianida (HCN) yang bersifat racun. Asam ini dikeluarkan apabila bahan tersebut dihancurkan, dikunyah, diiris, atau rusak sehingga dapat teroksidasi. Apabila dicerna HCN sangat cepat diserap oleh alat pencernaan dan masuk ke dalam darah. Asam sianida (HCN) terbentuk karena aktivitas enzim *hidrolase* pada *glikosida sianogenik*. Dosis HCN yang mematikan berkisar antara 0,5-3,5 mg/kg berat badan (Mahendradatta, 2007). Pengaruh lain yang disebabkan oleh keracunan HCN adalah kepala pusing, muntah, dan mata berkunang-kunang.

Menurut Sastrapradja (1988), bahwa asam sianida (HCN) memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

1. Asam sianida (HCN) merupakan jenis racun yang sangat kuat sehingga bila dimakan dapat menyebabkan keracunan.
2. Mudah menguap bila dipanaskan.
3. Mudah larut dalam air, alkohol, aseton, dan chloroform.
4. Mempunyai titik leleh / cair 54-55⁰C.
5. Mudah bereaksi dengan Natrium klorida (NaCl).
6. Sedikit larut dalam pelarut eter dan benzene.
7. Mengandung karbon (C) 75%, Hidrogen (H) 8,65%, dan Oksigen (O) 14,4%.

Pengolahan koro pada umumnya diawali dengan perendaman untuk menghilangkan sianidanya karena kadar sianida pada koro relatif tinggi. Setelah perendaman biasanya diikuti dengan pemasakan atau perebusan karena kandungan karbohidrat yang tinggi menyebabkan koro memiliki tekstur yang keras sehingga pemasakan dilakukan agar teksturnya menjadi lunak (Handajani dkk., 2008).

2.6.4 Asam Fitat

Asam fitat (*mio-inositok heksakisfosfat*) merupakan bentuk penyimpanan fosfor yang terbesar pada tanaman *serealia* dan *leguminosa*. Dalam biji, fitat merupakan sumber fosforus dan inositol utama bagi tanaman, terdapat dalam bentuk garam dengan kalium, kalsium, magnesium, dan logam lain. Pada kondisi alami, asam fitat akan membentuk ikatan baik dengan mineral bervalensi dua (Ca, Mg, Fe), maupun protein menjadi senyawa yang sukar larut. Hal ini menyebabkan mineral dan protein tidak dapat diserap tubuh, atau nilai cernanya rendah. Oleh karena itu asam fitat dianggap sebagai anti nutrisi pada bahan pangan. Kanetro dan Setyo (2006) menyatakan bahwa *phytate* atau *phytin* merupakan *inositol hexaphosphoric acid* yang mengikat kalsium, magnesium, dan potasium yang terdapat hampir pada semua jenis kacang-kacangan. Senyawa ini menyebabkan penurunan ketersediaan mineral karena dapat membentuk kompleks dengan

kalsium dan magnesium, dapat mengurangi nilai gizi protein dan sifat fungsional protein melalui mekanisme pengikatan kalsium dan magnesium.

Asam fitat memiliki sifat-sifat sebagai berikut: a) Asam fitat berperan dalam fungsi fisiologis selama dormansi dan perkecambahan pada biji-bijian. b) melindungi kerusakan oksidatif pada biji-bijian selama proses penyimpanan. c) Menurunkan bioavailabilitas beberapa mineral. d) Asam fitat merupakan antioksidan. e) Dapat menurunkan nilai gizi protein karena apabila fitat berikatan dengan protein akan membentuk senyawa kompleks yang mengakibatkan protein menjadi tidak larut. Ketidaklarutan fitat pada beberapa keadaan merupakan salah satu faktor yang secara nutrisi dianggap tidak menguntungkan, karena dengan demikian menjadi sukar diserap tubuh. Dengan adanya perlakuan panas, pH, atau perubahan kekuatan ionik selama pengolahan dapat mengakibatkan terbentuknya garam fitat yang sukar larut. Menurut Muchtadi (1998), asam fitat sangat tahan terhadap pemanasan selama pengolahan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa olahan kedelai tanpa fermentasi tetap mengandung asam fitat, tahap fermentasi dapat mengurangi asam fitat.

Zat-zat anti nutrisi memiliki efek merugikan bagi kesehatan. Namun penelitian menunjukkan bahwa beberapa zat tersebut telah diketahui memiliki efek yang menguntungkan bagi kesehatan. Misalnya asam fitat, selain sebagai senyawa anti nutrisi, asam fitat dapat menurunkan resiko kanker usus besar dan kanker payudara (Afriansyah, 2007). Menurut Burgess dan Feng Gao (2000), asam fitat bersifat stabil dan berpotensi sebagai chelating agent yang memiliki kemampuan untuk berkompetisi mengikat ion divalen. Chelating agent mengikat ion besi dan dapat meningkatkan energi aktivasi pada reaksi inisiasi. Pengikat logam (chelator) dalam bentuk yang berikatan dengan besi dapat dikatakan memiliki aktivitas sebagai antioksidan sekunder karena oksidasi distabilkan oleh ion logam. Gordon (1990) menyatakan bahwa pengikatan ion metal oleh komponen makanan menurunkan efek prooksidan dari ion logam dan meningkatkan energi aktivasi pada saat inisiasi.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian (KBHP), Laboratorium Analisis Terpadu, Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni 2014 sampai Januari 2015.

3.2 Bahan dan Alat Penelitian

3.2.1 Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian yaitu kedelai yang diperoleh dari pasar tanjung Jember, koro kratok putih yang diperoleh dari kecamatan Cerme kabupaten Bondowoso, ragi tempe RAPRIMA yang dibeli di toko Surabaya, plastik. Bahan penelitian lain yang digunakan yaitu aquadest, etanol, larutan DPPH, Na_2CO_3 , reagen follin ciocalteu, galid acid, Na_2CO_3 , CuSO_4 , Na tartrat, NaOH 0,1 N, AgNO_3 0,02 N, HNO_3 , TCA, FeCl_3 , Na_2SO_4 , HCl.

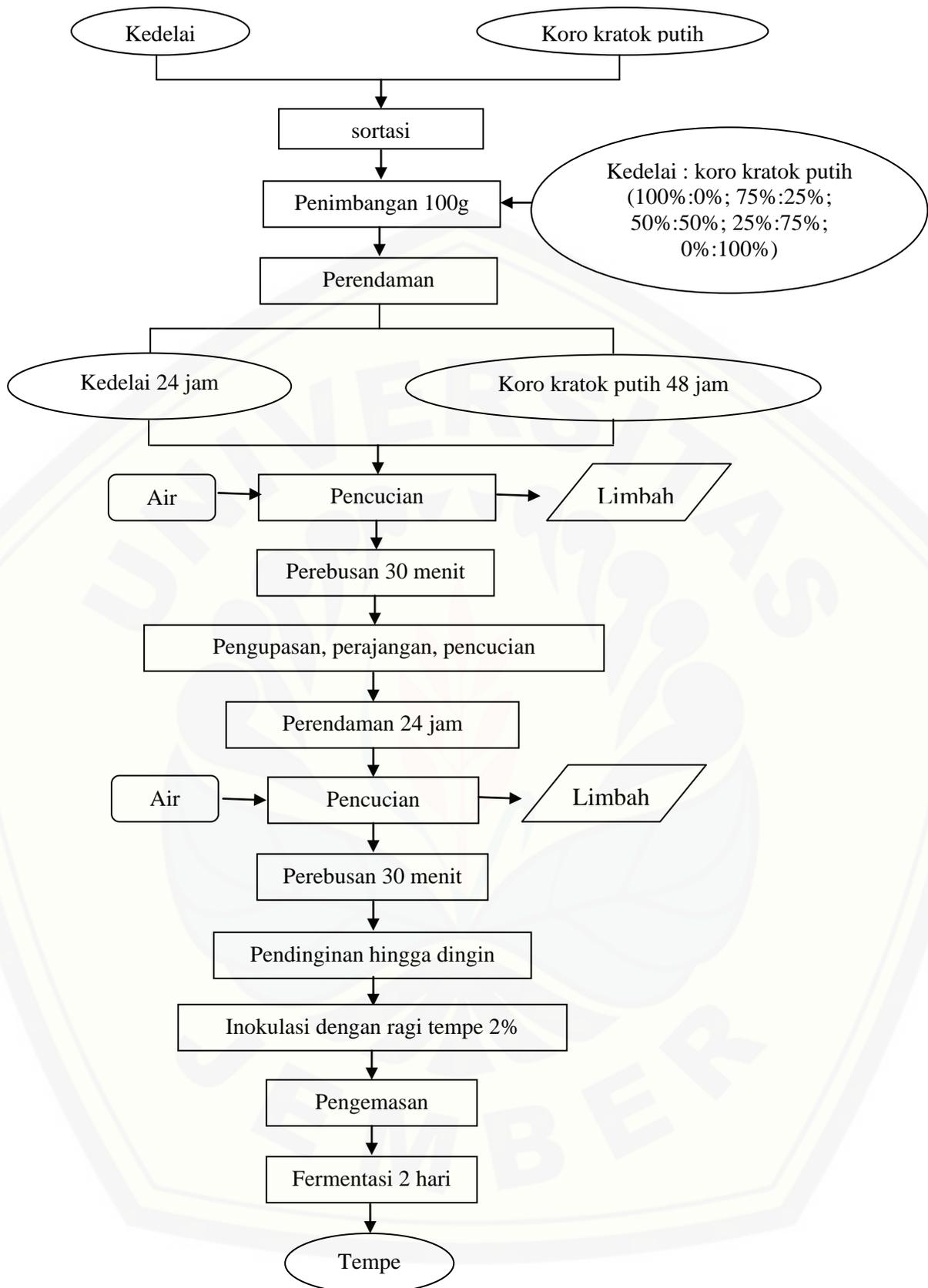
3.2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan untuk pembuatan bahan baku utama meliputi timbangan, tampah, baskom, sendok, kompor, panci, dan alat bantu lainnya. Sedangkan peralatan yang digunakan dalam analisa meliputi, *waterbath*, *sentrifuse* (Yenaco model YC-1180), spektrofotometer Genesis 10 UV *scanning*, *magnetic stirer* SM 24 *Stuart Scientific*, vortex, neraca analitik Ohaus, penangas air.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

Tahap pertama yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu membuat tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih. Proses pembuatannya yaitu mensortasi kedelai dan koro kratok putih agar memperoleh bahan baku yang baik. Kemudian menimbang bahan baku sebanyak 100 gram sesuai dengan perlakuan. Kedelai dan koro kratok putih yang sudah bersih direndam dalam air selama 48

jam untuk koro kratok putih dan 24 jam untuk kedelai. Air rendaman diganti setiap pagi dan sore. Perendaman diharapkan dapat menghilangkan senyawa HCN yang terkandung pada koro kratok putih. Kemudian mencuci kedelai dan koro kratok putih lalu merebusnya selama 30 menit untuk memudahkan pelepasan kulit kedelai dan koro kratok putih. Koro kratok putih yang telah dikupas kulitnya, dirajang untuk memperkecil ukuran koro kratok putih, kemudian dicuci sampai bersih. Setelah itu dilakukan perendaman kembali dengan air selama 24 jam. Kemudian kedelai dan koro kratok putih dicuci dan dilakukan perebusan selama 30 menit. Kedelai dan koro kratok putih didinginkan hingga dingin. Setelah dingin, kedelai dan koro kratok putih ditambahkan ragi sebanyak 2% serta dibungkus dengan plastik. Fermentasi dilakukan selama 2 hari hingga menjadi tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih. Adapun proses pembuatan tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih dapat dilihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram alir pembuatan tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih (Wardani W, 2014)

3.4 Rancangan Penelitian

Rancangan penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan perbandingan kedelai dan koro kratok putih sebagai berikut:

- A1 : kedelai 100% : koro kratok putih 0%
- A2 : kedelai 75% : koro kratok putih 25%
- A3 : kedelai 50% : koro kratok putih 50%
- A4 : kedelai 25% : koro kratok putih 75%
- A5 : kedelai 0% : koro kratok putih 100%

Masing-masing perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali.

3.5 Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi pengujian terhadap karakteristik fungsional dan anti nutrisi tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih yaitu sebagai berikut:

1. Aktivitas Antioksidan (Gadow, 1997)
2. Total polifenol (Shahidi, 1995)
3. Asam Sianida (HCN) (Sudarmadji dkk., 1997)
4. Asam Fitat (Sudarmadji dkk., 1997)
5. Protein Terlarut (Sudarmadji dkk., 1997)

3.6 Prosedur Analisis

3.6.1 Aktivitas Antioksidan (Gadow, 1997)

Aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) 400 μ M. Sampel dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 5 g, lalu disentrifuge dengan etanol selanjutnya ditera sampai 50 ml. Kemudian diambil larutan 1 ml lalu ditambah dengan larutan DPPH 4 ml. Setelah itu divortex dan didiamkan selama 30 menit. Blanko dilakukan dengan mengganti sampel dengan aquadest yang ditambah dengan larutan DPPH dan etanol. Aktivitas antioksidan diukur berdasarkan nilai absorbansi pada panjang gelombang 517 nm. Aktivitas antioksidan dinyatakan dalam % penghambatan.

$$\% \text{ penghambatan} = \frac{\text{absorbansi blanko} - \text{absorbansi sampel}}{\text{absorbansi blanko}} \times 100 \%$$

3.6.2 Total Polifenol (Shahidi, 1995)

a. Penyiapan kurva standart

Dibuat larutan kurva asam galat standar (1 mg *galid acid*/ml), selanjutnya dilakukan pengambilan larutan asam galat sebanyak 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, dan 100 μ l dan dimasukkan kedalam 10 tabung reaksi, kemudian 1 tabung reaksi diisi dengan aquades sebagai blanko. Lalu ditambahkan kedalam masing-masing tabung tersebut dengan 1 ml etanol 97%, selanjutnya ditambahkan 0,5 ml reagen *Follin Ciocalteu*. Kemudian divortex dan didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan Na_2CO_3 5%, ditera 10 ml dengan aquades dan divortex kembali. Kemudian tabung reaksi yang berisi larutan kurva standart tersebut dibungkus atau ditutup dengan alumunium foil dan didiamkan ditempat gelap selama 60 menit, absorbansi diukur pada “optical density” (OD) dengan panjang gelombang 725 nm. Kurva standart dibuat dengan menunjukkan hubungan antara konsentrasi asam galat (*galic acid*) dan OD.

b. Penentuan total polifenol pada sampel

Sampel dihaluskan kemudian ditimbang sebanyak 5g, kemudian disentrifuge dengan etanol dan ditera sampai 50ml. Sampel sebanyak 1 ml ditambah dengan 1 ml etanol 97%, kemudian ditambahkan 0,5 ml reagen *Follin Ciobalteu*. Kemudian divortex agar larutan homogen dan didiamkan selama 5 menit. Selanjutnya ditambahkan 1 ml larutan Na_2CO_3 5%, dan ditera dengan aquadest 10 ml. Kemudian sampel diperlakukan seperti pada penyiapan kurva standart diatas. Total polifenol ditentukan berdasarkan OD larutan contoh dan kurva standart larutan asam galat sebagai berikut :

$$\text{Kadar Polifenol (mg/g)} = \frac{x \left(\frac{\text{mg}}{\text{ml}} \right) \times \text{FP} \times \text{Volume (ml)}}{W (g)}$$

3.6.3 Asam Sianida (HCN) (Sudarmadji dkk., 1997)

Analisis asam sianida dilakukan dengan metode titrimetri. Sebanyak 20 g contoh yang sudah dihaluskan ditambahkan 100 ml aquades dalam labu Kjeldahl, dimaserasikan 2 jam. Ditambahkan 100 ml aquades kembali kemudian dilakukan destilasi uap. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang telah diisi 20 ml NaOH 2.5%. Setelah destilat mencapai 150 ml, destilasi dihentikan, ditambahkan 8 ml NH₄OH dan 5 ml KI 5%, kemudian dititrasi dengan AgNO₃ 0.02 N sampai terjadi kekeruhan. Kadar HCN dihitung berdasarkan ketentuan 1 ml AgNO₃ ekuivalen dengan 0.54 mg HCN.

$$\text{Bobot HCN} = \frac{\text{ml titar (blanko - sampel)}}{\text{ml titar blanko}} \times \frac{20 \text{ N AgNO}_3}{\text{kg sampel}} \times 0,54 \text{ mg}$$

3.6.4 Asam Fitat (Sudarmadji dkk., 1997)

Ekstrak untuk analisis diperoleh dari 2 g sampel disuspensikan dalam TCA 3%. Suspensi tersebut diaduk menggunakan magnetic stirer selama 45 menit. Kemudian disentrifugasi selama 10 menit. Penentuan kadar asam fitat dilakukan dengan cara 10 ml supernatan ditambahkan 5 ml FeCl₃. Kemudian direndam dalam air mendidih selama 1 jam. Setelah didinginkan, ditambah 2 tetes Na₂SO₄ 3%. Selanjutnya disentrifuge selama 10 menit. Supernatan dibuang dan endapan ditambah dengan 20 ml TCA 3%. Kemudian direndam dalam air mendidih selama 10 menit. Lalu disentrifuge selama 10 menit. Supernatan dibuang dan endapan ditambah dengan 5 ml aquadest dan 5 ml NaOH. Rendam dalam air mendidih selama 45 menit. Lalu disentrifuge selama 10 menit. Kemudian endapan dilarutkan dalam 5 ml HCL dan rendam dalam air mendidih selama 10 menit sampai warna jernih kekuningan. Masukkan dalam labu ukur 100 ml lalu tera dengan HCl. Ambil 1 ml dan masukkan dalam labu ukur 25 ml. Setelah itu ditambah dengan 1 ml HCl dan gojog. Lalu tambahkan 9,5 ml Na-asetat kemudian encerkan dengan aquadest sampai tanda dan gojog. Setelah itu, diamkan selama 5 menit dan absorbansi pada panjang gelombang 510 nm.

$$\text{Berat asam fitat} = \left[\frac{A}{0,783} - 0,007 \right] \times 2,9546 \times \text{faktor pengenceran}$$

3.6.5 Protein Terlarut (Sudarmadji dkk., 1997)

a. Penyiapan kurva standart

Pembuatan kurva standart dilakukan dengan membuat larutan Bovine Serum Albumin (BSA), kemudian dilakukan pengambilan larutan BSA (100 mg BSA/100ml) sebanyak: 100, 200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000 μ l. lalu masukkan dalam 10 tabung reaksi dan 1 tabung reaksi diisi dengan aquades sebagai blanko. Kemudian ditambahkan kedalam masing-masing tabung tersebut dengan aquades hingga volume 4 ml, lalu ditambahkan 2,5 ml reagen lowry. Selanjutnya divortex dan didiamkan selama 15 menit. Setelah itu, ditambahkan 0,25 ml follin lalu divortex. Kemudian didiamkan selama 60 menit hingga terbentuk warna biru. Setelah 60 menit diinkubasi, absorbansi pada panjang gelombang 650 nm. Kurva standart dibuat dengan menunjukkan hubungan antara konsentrasi BSA dan absorbansi.

b. Penentuan protein terlarut pada sampel

Sampel sebanyak 1g dilarutkan dengan 50 ml aquades, lalu disentrifuge. Sampel sebanyak 5 ml ditera dengan aquades 10 ml. Lalu diambil sampel sebanyak 1 ml, ditambah reagen lowry 2,5 ml kemudian divortex dan didiamkan selama 15 menit. Selanjutnya ditambah dengan reagen follin sebanyak 0,25 ml kemudian divortex dan didiamkan lagi selama 60 menit. Setelah 60 menit diinkubasi, segera dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 650 nm. Data absorbansi diplotkan pada kurva standart BSA untuk dihitung kadar protein terlarutnya

$$\text{Kadar protein terlarut} = \frac{\text{mg/ml} \times \text{volume}}{\text{gram} \times 1000} \times 100 \%$$

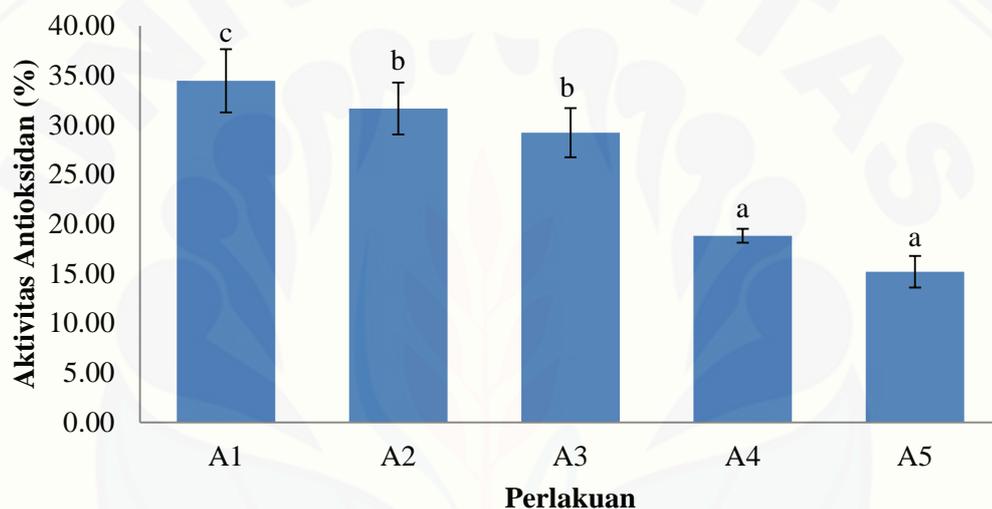
3.7 Analisa Data

Data yang diperoleh kemudian diolah menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dan jika terdapat perbedaan dilanjutkan dengan menggunakan uji *Duncan New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf uji $\alpha \leq 1\%$.

BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menangkap radikal bebas dalam tubuh. Pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan radikal bebas DPPH (*diphenil picrylhydrazyl*), dimana aktivitas antioksidan diukur berdasarkan kemampuan dari antioksidan untuk mendonorkan atom hidrogennya ke radikal bebas DPPH (Yulia O, 2007). Hasil analisa aktivitas antioksidan tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Keterangan:

- A1 : kedelai 100% : koro kratok putih 0%
- A2 : kedelai 75% : koro kratok putih 25%
- A3 : kedelai 50% : koro kratok putih 50%
- A4 : kedelai 25% : koro kratok putih 75%
- A5 : kedelai 0% : koro kratok putih 100%

Gambar 4.1. Aktivitas antioksidan (%) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih

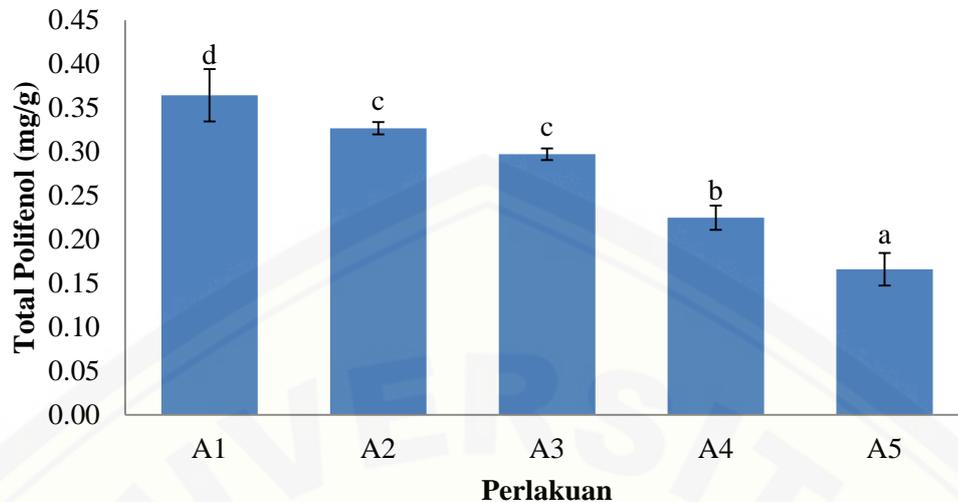
Berdasarkan Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa aktivitas antioksidan tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih berkisar antara 15,20 - 34,46%. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada perlakuan A1 (kedelai 100% : koro kratok putih 0%) yaitu sebesar 34,46%, sedangkan aktivitas antioksidan terendah terdapat pada perlakuan A5 (kedelai 0% : koro kratok putih 100%) yaitu sebesar 15,20%. Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf uji (α) 1% diketahui bahwa

proporsi bahan baku sangat berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan koro kratok putih dan semakin sedikit penggunaan kedelai maka semakin menurun aktivitas antioksidannya. Tingginya aktivitas antioksidan pada tempe yang menggunakan banyak kedelai menunjukkan bahwa pada kedelai banyak mengandung senyawa yang bersifat antioksidatif. Menurut Asih A (2009), kedelai mengandung senyawa – senyawa antioksidan diantaranya yaitu vitamin E, vitamin A, provitamin A, vitamin C, dan senyawa flavonoid golongan isoflavon. Isoflavon mempunyai kemampuan sebagai antioksidan dan mencegah terjadinya kerusakan akibat radikal bebas. Selain itu, isoflavon berfungsi melakukan regulasi untuk menghambat pertumbuhan kanker terutama kanker prostat. Menurut Johnson (2001), flavonoid sangat efektif digunakan sebagai antioksidan. Senyawa flavonoid dapat mencegah penyakit kardiovaskuler dengan menurunkan oksidasi Low Density Lipoprotein (LDL). Senyawa isoflavon (genistein dan daidzein) pada kacang kedelai bermanfaat dalam mencegah oksidasi dari partikel lipid dan menurunkan resiko terjadinya aterosklerosis.

4.2 Total Polifenol

Polifenol merupakan senyawa kimia yang terkandung di dalam tumbuhan dan bersifat antioksidatif kuat. Polifenol ini berperan melindungi sel tubuh dari kerusakan akibat radikal bebas dengan cara mengikat radikal bebas sehingga mencegah proses inflamasi dan peradangan pada sel tubuh. Menurut Mukhopadhiay (2000), polifenol memiliki kemampuan untuk berikatan dengan metabolit lain seperti protein, lemak, dan karbohidrat membentuk senyawa kompleks yang stabil sehingga menghambat mutagenesis dan karsinogenesis. Selain itu, polifenol juga memiliki sifat antioksidatif dan anti tumor. Hasil analisa total polifenol tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Keterangan:

A1 : kedelai 100% : koro kratok putih 0%

A2 : kedelai 75% : koro kratok putih 25%

A3 : kedelai 50% : koro kratok putih 50%

A4 : kedelai 25% : koro kratok putih 75%

A5 : kedelai 0% : koro kratok putih 100%

Gambar 4.2. Total polifenol (mg/g) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih

Berdasarkan Gambar 4.2 dapat dilihat total polifenol tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih berkisar antara 0,17 – 0,36 mg/g. Total polifenol tertinggi terdapat pada perlakuan A (kedelai 100% : koro kratok putih 0%) yaitu sebesar 0,36 mg/g, sedangkan total polifenol terendah terdapat pada perlakuan A5 (kedelai 0% : koro kratok putih 100%) yaitu sebesar 0,17 mg/g. Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf uji (α) 1% diketahui bahwa proporsi bahan baku sangat berpengaruh nyata terhadap total polifenol tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan koro kratok putih dan semakin sedikit penggunaan kedelai maka semakin menurun total polifenolnya. Total polifenol dipengaruhi oleh adanya senyawa yang bersifat antioksidatif yaitu senyawa fenol, flavonoid, steroid, alkaloid, tanin, dan triterpenoid. Menurut Pratt dan Hudson (1990), pada kacang kedelai mengandung senyawa flavonoid dan semua flavonoid yang ditemukan adalah isoflavon, dimana isoflavon mempunyai kemampuan sebagai antioksidan dan mencegah terjadinya

kerusakan akibat radikal bebas. Selain itu, pada kacang kedelai juga terdapat senyawa triterpenoid yaitu sitosterol dan stigmasterol yang dapat digunakan untuk pengobatan dan terapi. Menurut Meskin et al (2002), pada kacang kedelai ditemukan senyawa saponin. Saponin merupakan senyawa aktif permukaan yang dihasilkan dari grup steroid atau triterpenoid yang berikatan dengan gula. Senyawa ini memiliki pengaruh biologis yang menguntungkan yaitu bersifat hipokolesterolemik dan antikarsinogen serta dapat meningkatkan sistem imun. Oleh karena itu, tempe dengan penambahan lebih banyak kedelai memiliki nilai total polifenol yang lebih tinggi.

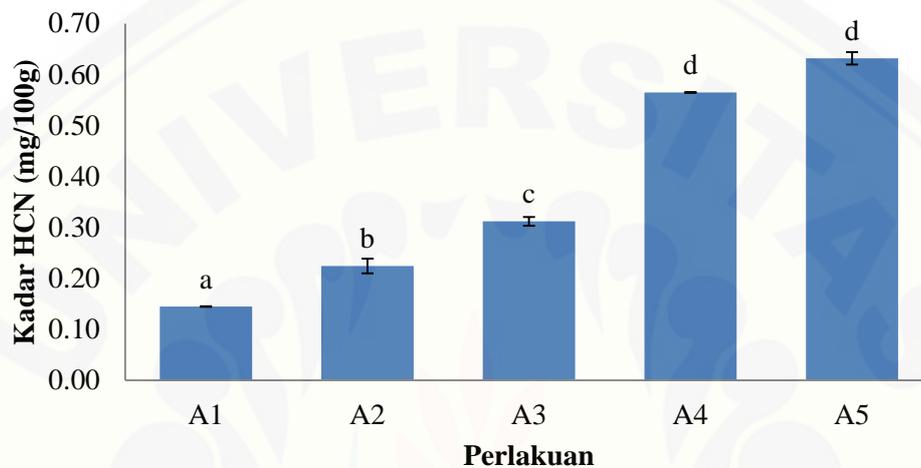
Menurut Tepacevi (2013), kandungan total polifenol kedelai sebesar 2,13 mg/g. Total polifenol tempe yang dihasilkan berkisar antara 0,17 – 0,36 mg/g. Total polifenol tempe lebih kecil daripada kedelai. Hal ini disebabkan karena pada proses pengolahan tempe melewati beberapa tahap pengolahan yaitu perendaman, perebusan, serta fermentasi. Proses perendaman yang dikombinasikan dengan perebusan dapat menurunkan kandungan total polifenol. Berdasarkan hasil penelitian Sowndhararaja dkk., (2010) menunjukkan bahwa proses perendaman dan perebusan dapat menurunkan kandungan total fenolik pada jenis legum *Bauhinia vahlii* Wight & Arn. Hal ini didukung oleh penelitian Xu dan Chang (2008), bahwa proses perebusan *pinto bean* dapat menyebabkan penurunan total fenolik sebesar 63-77% sedangkan untuk *black bean* mengalami penurunan sekitar 61-74%. Proses perebusan dapat menyebabkan degradasi polifenol dan pelepasan komponen fenolik, sehingga selama proses pengolahan terutama perebusan akan terjadi penurunan kandungan fenolik pada bahan makanan.

4.3 Asam Sianida (HCN)

Hidrogen sianogenetik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati dan secara potensial sangat beracun karena dapat terurai dan mengeluarkan hidrogen sianida. Hidrogen sianida merupakan gas tak berwarna yang samar-samar, dingin, dan tak berbau. Hidrogen sianida bersifat volatil dan mudah terbakar. Hidrogen sianida dapat berdifusi baik dengan udara dan bahan peledak dan sangat mudah bercampur dengan air. Hidrogen sianida dikeluarkan

bila komoditi tersebut dikunyah, dihancurkan, mengalami pengirisan, atau rusak. Bila dicerna, hidrogen sianida sangat cepat terserap oleh alat pencernaan masuk kedalam saluran darah. Hidrogen sianida dapat menyebabkan kematian. Dosis yang mematikan antara 0,5 - 3,5 mg HCN/kg berat badan (Winarno, 2002).

Kadar asam sianida (HCN) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Keterangan:

- A1 : kedelai 100% : koro kratok putih 0%
- A2 : kedelai 75% : koro kratok putih 25%
- A3 : kedelai 50% : koro kratok putih 50%
- A4 : kedelai 25% : koro kratok putih 75%
- A5 : kedelai 0% : koro kratok putih 100%

Gambar 4.3. Kadar asam sianida (HCN) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih

Berdasarkan Gambar 4.3 terlihat bahwa kadar HCN (mg/100g) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih berkisar antara 0,14 – 0,63 mg/100g. Kadar HCN (mg/100g) tertinggi terdapat pada perlakuan A5 (kedelai 0% : koro kratok putih 100%) yaitu sebesar 0,63 mg/100g. Sedangkan kadar HCN (mg/100g) terendah terdapat pada perlakuan A1 (kedelai 100% : koro kratok putih 0%) yaitu sebesar 0,14 mg/100g. Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf uji (α) 1% diketahui bahwa proporsi bahan baku sangat berpengaruh nyata terhadap kadar HCN tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan koro kratok putih dan semakin sedikit penambahan kedelai maka semakin tinggi kadar HCN nya. Berdasarkan penelitian Diniyah dkk., (2013), kandungan asam sianida (HCN) pada koro kratok biji segar sebesar 24,71 mg/g, pada koro kratok yang direndam 2 malam sebesar 6,34 mg/g dan pada koro kratok yang direndam 2 malam dan direbus 30 menit sebesar 0,92 mg/g. Pada penelitian tersebut terlihat bahwa perlakuan perendaman, pemanasan, dapat mengurangi kandungan HCN.

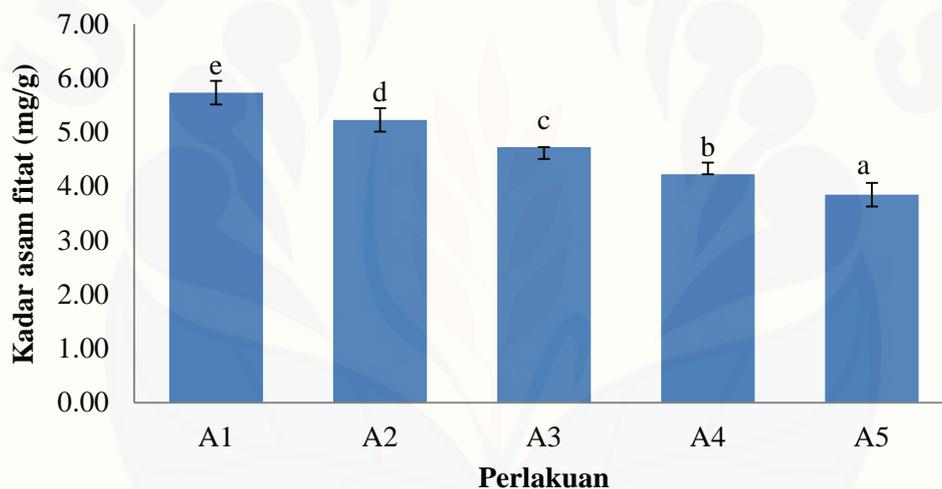
Kadar HCN koro kratok putih menurun ketika diolah menjadi tempe. Kadar HCN pada tempe dapat berkurang karena pada proses pembuatannya melalui beberapa tahap pengolahan yaitu perendaman, pencucian, perebusan, pengirisan, dan fermentasi. Hal ini didukung oleh Winarno (2002), bahwa dengan cara merebus, mengupas, mengiris, merendam dalam air, menjemur hingga kemudian dimasak adalah proses untuk mengurangi kadar HCN. Purwanti (2005) juga menyatakan bahwa pelepasan HCN tergantung dari adanya enzim glikosidase serta adanya air. Senyawa HCN mudah menguap pada proses perebusan, pengukusan, dan proses memasak lainnya.

Menurut Cereda dan Mattos (1996), asam sianida memiliki sifat yang mudah larut dan mudah menguap, sehingga untuk menurunkan atau mengurangi kadar asam sianida dapat dilakukan dengan pencucian atau perendaman karena asam sianida akan larut dan ikut terbuang dengan air. Selain dengan perendaman, proses perebusan juga dapat menurunkan kadar asam sianida. Hal ini dikarenakan sifat asam sianida yang mudah menguap dan bersifat volatil, asam sianida memiliki titik didih $25,6^{\circ}\text{C}$ pada tekanan udara lingkungan, sehingga pada suhu ruang pun asam sianida akan mudah menguap. Namun karena asam sianida hanya akan terbentuk jika linamarine bereaksi dengan air, maka diperlukan perebusan agar HCN dapat segera menguap. Proses fermentasi juga berpengaruh terhadap penurunan kadar asam sianida. Hal ini disebabkan karena aktivitas enzim dalam proses fermentasi dapat mendegradasi senyawa linamarine pembentuk asam sianida. Hal ini didukung oleh Onabowale (1988), bahwa dengan kombinasi hidroksida asam dan fermentasi dapat mengurangi kira-kira 98% total sianida. Kandungan HCN menurun sesuai dengan peningkatan pertumbuhan miselia.

Penurunan kandungan HCN ini disebabkan oleh perusakan jaringan sel substrat oleh aktivitas mikroba.

4.4 Asam Fitat

Asam fitat merupakan bentuk penyimpanan fosfor yang terbesar pada tanaman sereal dan leguminosa. Asam fitat dianggap sebagai antinutrisi pada bahan pangan karena pada kondisi alami, asam fitat akan membentuk ikatan dengan mineral bervalensi dua (Ca, Mg, Fe), maupun protein menjadi senyawa yang sukar larut. Hal ini menyebabkan mineral dan protein tidak dapat diserap tubuh atau nilai cernanya rendah. Kadar asam fitat tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih dapat dilihat pada Gambar 4.4.



Keterangan:

- A1 : kedelai 100% : koro kratok putih 0%
- A2 : kedelai 75% : koro kratok putih 25%
- A3 : kedelai 50% : koro kratok putih 50%
- A4 : kedelai 25% : koro kratok putih 75%
- A5 : kedelai 0% : koro kratok putih 100%

Gambar 4.4. Kadar asam fitat (mg/g) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih

Berdasarkan Gambar 4.4 terlihat bahwa kadar asam fitat (mg/g) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih berkisar antara 3,84 – 5,73 mg/g. Kadar asam fitat (mg/g) tertinggi terdapat pada perlakuan A1 (kedelai 100% : koro kratok putih 0%) yaitu sebesar 5,73 mg/g, sedangkan kadar asam fitat (mg/g)

terendah terdapat pada perlakuan A5 (kedelai 0% : koro kratok putih 100%) yaitu sebesar 3,84 mg/g. Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf uji (α) 1% diketahui bahwa proporsi bahan baku sangat berpengaruh nyata terhadap kadar asam fitat tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan kedelai maka semakin tinggi kadar asam fitat tempe dan semakin banyak penambahan koro kratok putih maka semakin rendah kandungan asam fitat tempe. Kandungan asam fitat kedelai lebih tinggi daripada koro kratok putih. Menurut Astawan (2009), kadar fitat dalam kacang-kacangan sangat bervariasi tergantung jenis kacangnya. Kadar asam fitat kedelai yang direndam semalam sebesar 19,87 mg/g. Berdasarkan penelitian Diniyah dkk., (2013), diketahui bahwa kandungan asam fitat koro kratok putih yang direndam semalam sebesar 11,16 mg/g. Sehingga tempe yang menggunakan lebih banyak kedelai mengandung asam fitat yang lebih tinggi.

Kandungan asam fitat kedelai dan koro kratok putih mentah lebih besar dibandingkan setelah diolah menjadi tempe. Hal ini dikarenakan pada proses pembuatan tempe terdiri dari beberapa tahap yaitu tahap perendaman, perebusan, dan fermentasi. Proses perendaman dilakukan selama 24 jam untuk kedelai dan 48 jam untuk koro kratok putih dengan dilakukan penggantian air saat pagi dan sore. Perendaman mampu menurunkan kadar asam fitat. Menurut Suhardi dan Kamarijani (1985), selama perendaman terjadi difusi yang menyebabkan kadar asam fitat kedelai maupun koro kratok putih menurun, karena terlarutnya asam fitat pada air rendaman. Selama perendaman terjadi penurunan pH yang disebabkan oleh fermentasi dan pengasaman oleh bakteri asam laktat. Perendaman juga menyebabkan meningkatnya enzim fitase yang merupakan salah satu enzim yang dapat menghidrolisis asam fitat menjadi inositol dan orthofosfat sehingga mampu mengurangi kandungan asam fitat.

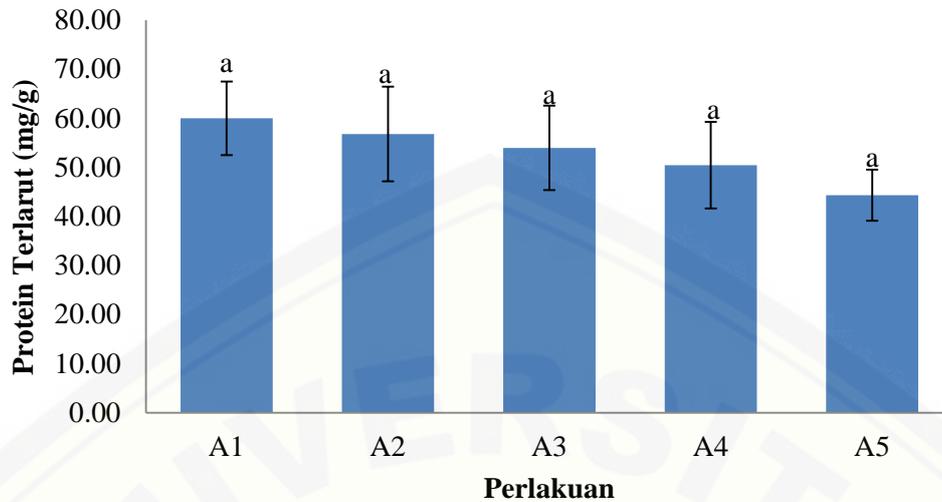
Perebusan merupakan salah satu teknik pemanasan yang lebih efektif apabila dibandingkan dengan pengukusan. Pada perebusan terjadi hidrasi karena air mengalami difusi ke dalam biji. Menurut Pangastuti dan Triwibowo (1996), enzim fitase yang mempunyai aktivitas optimum antara pH 5,0-5,2 dan suhu

50⁰C-52⁰C mengalami inaktivasi sehingga penurunan kadar asam fitat yang terjadi pada proses perebusan disebabkan oleh terlarutnya asam fitat dalam air rebusan. Proses terlarutnya fitat dalam air rebusan disebabkan adanya reaksi yang terjadi antara Na fitat yang terdapat dalam daging biji dengan Ca atau Mg pektat yang tidak larut yang terdapat dalam dinding sel. proses tersebut akan menaikkan permeabilitas biji terhadap air panas sehingga memudahkan fitat larut dalam air rebusan.

Menurut Muchtadi (1998), produk olahan kedelai tanpa fermentasi tetap mengandung asam fitat. Tahap fermentasi dapat mengurangi bahkan menghilangkan asam fitat. Menurut Sudarmadji dan Markakis (1978), turunnya kadar asam fitat selama fermentasi selain disebabkan oleh jamur juga disebabkan oleh bakteri yang tumbuh baik setelah jamur tempe menurun pertumbuhannya. Mereka mengamati pertumbuhan *Bacillus licheniformis* dan *Bacillus cereus* pada tempe setelah fermentasi 24 jam sampai 36 jam, bakteri jenis *Bacillus sp* terdapat pada tempe yang mulai busuk. Hal ini didukung oleh Powar dan Jaganathan (1967), bahwa adanya aktivitas fitase pada bakteri *Bacillus subtilis*. Dengan demikian turunnya kadar asam fitat selama fermentasi tidak hanya disebabkan adanya jamur (*Rhizopus oligosporus*), tetapi juga disebabkan tumbuhnya bakteri selama pembuatan tempe. Jadi, penurunan kadar asam fitat selama fermentasi disebabkan adanya aktivitas bakteri terutama jenis *Bacillus sp* yang mempunyai enzim fitase, sehingga dapat menghidrolisis asam fitat yang ada dalam kedelai maupun koro kratok putih.

4.5 Protein Terlarut

Hasil analisa kadar protein terlarut tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih dapat dilihat pada Gambar 4.5.



Keterangan:

- A1 : kedelai 100% : koro kratok putih 0%
- A2 : kedelai 75% : koro kratok putih 25%
- A3 : kedelai 50% : koro kratok putih 50%
- A4 : kedelai 25% : koro kratok putih 75%
- A5 : kedelai 0% : koro kratok putih 100%

Gambar 4.5. Kadar protein terlarut (mg/g) tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih

Berdasarkan Gambar 4.5 terlihat bahwa protein terlarut tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih berkisar antara 44,34 – 60,02 mg/g. Kadar protein terlarut tertinggi terdapat pada perlakuan A1 (kedelai 100% : koro kratok putih 0%) yaitu sebesar 60,02 mg/g, dan kadar protein terlarut terendah terdapat pada perlakuan A5 (kedelai 0% : koro kratok putih 100%) yaitu sebesar 44,34 mg/g. Berdasarkan analisis sidik ragam pada taraf uji (α) 1% diketahui bahwa proporsi bahan baku tidak berpengaruh nyata terhadap protein terlarut tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih.

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan kedelai maka semakin tinggi protein terlarutnya, dan semakin banyak penambahan koro kratok putih maka semakin rendah protein terlarutnya. Hal ini diduga karena kandungan protein kedelai lebih tinggi dari pada kandungan protein koro kratok putih. Menurut Maesen dan Somaatmadja (1993), kandungan protein kedelai sebesar 35% dan kandungan protein koro kratok putih sebesar 20%. Hal ini

didukung oleh penelitian Diniyah dkk., (2013) bahwa kandungan protein koro kratok putih sebesar 19,93%.

Menurut Winarno (2002), makanan yang mengalami fermentasi akan mengalami peningkatan nilai gizi. Selama proses fermentasi terjadi perubahan jumlah kandungan asam-asam amino yang secara keseluruhan jumlah asam-asam amino mengalami kenaikan setelah proses fermentasi (Kasmidjo,1990). Pernyataan ini didukung oleh Pangastuti (1996), bahwa banyak jamur yang aktif selama proses fermentasi tempe, tetapi jamur yang paling dominan adalah *Rhizopus sp.* Jamur yang tumbuh pada tempe tersebut menghasilkan enzim-enzim pemecah senyawa-senyawa kompleks. *Rhizopus oligosporus* menghasilkan enzim-enzim protease. Pada proses fermentasi tempe akan terjadi perombakan senyawa kompleks protein menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Hal itu merupakan faktor utama penentu kualitas tempe yaitu sebagai sumber protein nabati yang memiliki nilai cerna tinggi karena lebih mudah diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh secara langsung. Semakin tinggi kadar protein terlarut menunjukkan bahwa protein mudah larut dan dapat dicerna dengan sempurna oleh tubuh.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa perbandingan proporsi kedelai dan koro kratok putih sangat berpengaruh nyata terhadap sifat fungsional dan anti nutrisi tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih. Tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih memiliki aktivitas antioksidan berkisar antara 15,20 - 34,46%. Total polifenol berkisar antara 0,17 – 0,36 mg/g. Kadar asam sianida (HCN) berkisar antara 0,14 – 0,63 mg/100g. Kandungan asam fitat berkisar antara 3,84 – 5,73 mg/g. Dan protein terlarut berkisar antara 44,34 – 60,02 mg/g.

5.2 Saran

Pada penelitian ini belum dilakukan pengujian terhadap daya cerna pati, daya cerna protein, serta kandungan anti tripsin. Oleh karena itu, bisa dilakukan penelitian lanjutan mengenai pengujian tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah. 2007. Kacang Merah Turunkan Kolesterol dan Gula Darah. <http://www.fmipa.ipb> [12 Mei 2014]
- Ali. 2008. Buat Tempe Yuk. <http://iqbalali.com> [12 Mei 2014]
- Asih, A. 2009. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Isoflavon dari Kacang Kedelai (*Glycine max*). *Jurnal Kimia* 3 (1), Januari 2009: 33-40.
- Astawan, Made. 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-bijian*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Astuti, S. 2008. Isoflavon Kedelai dan Potensinya Sebagai Penangkap Radikal Bebas. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian* vol 13.2, September 2008.
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. Produksi Padi, Jagung, dan Kedelai. <http://www.bps.go.id> [diakses tanggal 29 April 2014].
- Bravo, L. 1998. Polyphenols: Chemistry, Dietary Sources, Metabolism, and Nutritional Significance. *Nutrition Reviews*, 56, 317-333.
- Budiyanto A. K. 2001. *Dasar-dasar Ilmu Gizi*. Malang : Universitas Muhammadiyah.
- Burgess, J. R. Dan Feng Gao. 2000. The Antioxidant Effects of Inositol Phosphates, 11: 189-190.
- Cahyadi W. 2006. *Kedelai Khasiat dan Teknologi*. Bandung : Bumi Aksara.
- Cereda, M. P. Dan Mattos, M. C. Y. 1996. Linamarine the Toxic Compound of Cassava. *Journal of Venomous Animal and Toxins*.
- Departemen Kesehatan RI. 1992. Daftar Komposisi Bahan Makanan. Jakarta: Direktorat Gizi.
- Diniyah, N., W.S. Windrati, dan Maryanto. 2013. Pengembangan Teknologi Pangan Berbasis Koro-koroan Sebagai Bahan Pangan Alternatif Penuhsubstitusi Kedelai. Prosiding Seminar Nasional. Veteran: UPN.
- Gadow. 1997. Comparison of the Antioxidant Activity of Asphalatin with that of other Plant Phenol of Roibos Tea (*Asphalatus linearis*). *J. Agric. Food. Chem*, 45:632-638

- Gordon, M.H. 1990. *The Mechanism of Antioxidants Action in Vitro*. Food Antioxidants. Elsevier Applied Science. London-New York.
- Handajani, S., Dian, R., dan Pramita, D.S. 2008. Karakteristik Kimia (HCN, antioksidan, dan asam fitat) beberapa jenis koro lokal dengan berbagai perlakuan pendahuluan. Makalah disampaikan pada Widyakarya Nasional Pangan dan Gizi. Jakarta. Agustus 2008.
- Hidayat, N., Padaga, Masdiana C., dan Suhartini. S. 2008. *Mikrobiologi Industri*. Jakarta : Penerbit Andi.
- Hidayat, Nur. 2006. *Mikrobiologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Johnson, I. T. 2001. *Antioxidants and Antitumour Properties*. CRC Press, Cambridge England.
- Kanetro, B dan Setyo, H. 2006. *Ragam Produk Olahan Kacang-kacangan*. Yogyakarta : Universitas Manggala Press.
- Kasmidjo R. B. 1990. *Tempe : Mikrobiologi dan Kimia Pengolahan serta Pemanfaatannya*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Kocchar, S.P., dan Rossell, B. 1990. *Detection Estimation and Evaluation of Antioxidant in Food System in Food Antioxidant*. Elsevier Applied Science, London.
- Koswara. 1992. *Teknologi Pengolahan Kedelai Menjadikan Makanan Bermutu*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Kumalaningsih. 2007. *Antioksidan Penangkal Radikal Bebas*. Surabaya: Trubus Agisarana.
- Maesen, V. D dan S. Somaatmadja. 1993. *Proses Sumber Daya Nabati Asia Tenggara 1*. Jakarta : Penerbit Gramedia Pustaka Utama.
- Mahendradatta M. 2007. *Pangan Aman dan Sehat, Prasyarat Kebutuhan Mutlak Sehari-hari*. Makassar : Lembaga Penerbitan Universitas Hasanuddin.
- Meskin, M. S., W.R. Bidlack, A. J. Davies, S. T. Omaye. 2001. *Phytochemicals in Nutrition and Health*. CRC Press, London-New York.
- Muchtadi, D. 1998. *Kajian Terhadap Serat Makanan dan Antioksidan Dalam Berbagai Jenis Sayuran Untuk Pencegahan Penyakit Degeneratif*. Bogor: IPB Press.
- Mukhopadhiay, M. 2000. *Natural Ekstracts Using Supercritical Carbon Dioxide*. CRC Press, London-New York.

- Noor, Z. 1992. *Senyawa Antigiizi*. Yogyakarta : PAU Pangan dan Gizi.
- Onabowale, S. O. 1988. Processing of Cassava for Poultry Feed in Proceeding of National
- Pangastuti, H.P. 1996. Proses Pembuatan Tempe Kedelai III. Analisis Mikrobiologi. Cermin Dunia Kedokteran No.109.
- Pangastuti,H.P dan Triwibowo. 1996. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kandungan Asam Fitat dalam Tempe Kedelai. Jakarta: Depkes RI.
- Pramita, D.S. 2008. Pengaruh Teknik Pemanasan Terhadap Kadar Asam Fitat dan Aktivitas Antioksidan Koro Benguk (*Mucuna pruriens*), Koro Glinding (*Phaseolus lunatus*), dan Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*). Skripsi. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Pratt, D.E. 1992. Natural Antioxidants From Plant Material. American society. Washington D.C.
- Pratt, D. E dan B. J. F. Hudson. 1990. Natural Antioxidants Not Exploited Commercially. Elseiver Applied Science, London-New York.
- Pringgohandoko, B. dan O. S. Padmini. 1999. Pengaruh Rhizopus dan Pemberian Cekaman Air Selama Stadia Reproduksi terhadap Hasil dan Kualitas Biji Kedelai. Agrivet. Vol 1.
- Purwanti, S. 2005. Pengaruh Perlakuan Terhadap Kadar Asam Sianida (HCN) Kulit Ubi Kayu Sebagai Pakan Alternatif. <http://disnaksulsel.info.com> [14 Januari 2015]
- Robert, E.A. 1985. *Grain Legumes Crops*. Collin, London.
- Sastrapradja, S. 1988. *Informasi Bibliography Buku Widyakarya Pangan dan Gizi*. Jakarta: LIPI.
- Shahidi, F. And M. Nazck. 1995. Food Phenolics. Technomic Publishing Company, Inc. Lancaster-Basel. 292-293.
- Sowndhararaja, K., Shidduraju, P., dan S. Manian. 2010. In Vitro Evaluation of the Antioxidant Activity in the Differentially Processed Seeds from Underutilized Legume, *Bauhinia vahlii* Wight & Arn. *Food sci. Biotechnol.* 19 (2): 503-509.
- Srisuma. 1989. Storage Induced Changes of Phenolic Acids and the Development of Hard to Cook in Dry Beans (*Phaseolus vulgaris* var. *Seafarer*). *Journal of Food Science*, 54: 311-314.

- Subagio, A., W.S. Windrati, and Y. Witono. 2003. Development of Functional Proteins From Some Local Non-Oilseed Legumes as Food Additives. Paper Presented on Indonesian Toray Science Foundation (ITSF) Seminar.
- Sudarmadji, S., Suhardi, dan B. Haryono. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Suhardi dan Kamarijani. 1985. *Pengaruh Penempaan Biji Kecap Terhadap Zat Anti Gizi Asam Fitat*. Yogyakarta: PAU Pangan dan Gizi.
- Tejasari. 2005. *Nilai- Gizi Pangan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Tepacevi, V. 2013. Isoflavone Composition, Total Polyphenolic Content, and Antioxidant Activity in Soybeans of Different Origin. *Journal of medicinal food*. Vol 13: 657-664.
- Utomo, JS, Astanto K, Tri W. 1999. Nilai Gizi dan Prospek Pengembangan Kacang Komak di Lahan Kering Beriklim Kering. Makalah Balittan Malang No. 91-13/SM-46. Di dalam: *Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan Tahun 1991*. Hlm 339-345.
- Whistler, R. L. and Daniel, J.R. 1985. Carbohydrates in O. R. Fennema (ed) Food Chemistry. Marcel Dekker Inc. New york.
- Wardani, W. 2014. Karakterisasi Tempe Koro Pedang (*Canavalia ensiformis*) dengan Variasi Konsentrasi Ragi dan Jenis Pengemas. Skripsi. Jurusan THP Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember. Jember.
- Winarno F.G. 2002. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : Gramedia Pustaka Utama.
- Windrati, W.S. 1999. Studi Pembuatan Tahu dengan Substitusi Non Kedelai dan Pengaruhnya Terhadap Perubahan Komposisi Globulin 7S dan 11 S Serta Sifat-sifat Tahu. Thesis Program Pasca Sarjana. Malang : Universitas Brawijaya.
- Xu, B. J. dan Chang, S. K. C. 2008. Total Phenolic Content and Antioxidant Properties of Eclipse Black Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as Affected by Processing Methods. *J Food Science*. 73 (2): 19-27.
- Yulia, O. 2007. Pengujian Kapasitas Antioksidan Ekstrak Polar, Non Polar, Fraksi Protein Dan Non Protein Kacang Komak (*Lablab purpureus* (L.) *sweet*). Skripsi. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB. Bogor.
- Yuniastuti, A. 2007. *Gizi dan Kesehatan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.

LAMPIRAN

A. Gambar tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih



B. Data hasil analisis tempe berbahan baku kedelai dan koro kratok putih

B.1 Analisa aktivitas antioksidan

B.1.1 Data hasil analisa Aktivitas antioksidan

perlakuan	ulangan (%)			jumlah	rata-rata
	1	2	3		
A1	31,68	34,06	37,99	103,73	34,58
A2	28,72	32,54	33,73	94,98	31,66
A3	27,44	32,06	28,20	87,70	29,23
A4	18,08	19,47	18,95	56,49	18,83
A5	14,24	14,31	17,04	45,60	15,20
jumlah	120,16	132,44	135,90	388,50	

B.1.2 Hasil sidik ragam analisa aktivitas antioksidan

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	4	852,14	213,04	40,14	3,478	5,994	**
Galat	10	53,08	5,31				
Total	14	905,22					

Keterangan: ** = sangat berpengaruh nyata

B.1.3 Uji DNMR

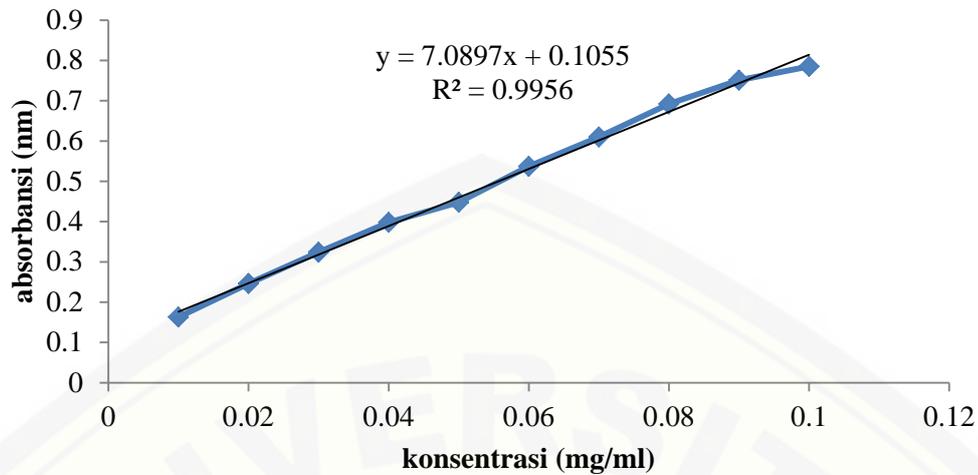
1.	sy	1,152	1,152	1,152	1,152
2.	rp	3,261	3,398	3,475	3,521
	RP	3,756	3,914	4,003	4,056

Perlakuan	rata-rata	Selisih					Notasi
		15,20	18,83	29,23	31,66	34,58	
A5	15,20	0,00					a
A4	18,83	3,64	0,00				a
A3	29,23	14,04	10,40	0,00			b
A2	31,66	16,47	12,83	2,43	0,00		b
A1	34,58	19,38	15,74	5,34	2,91	0,00	c

B.2 Analisa total polifenol

B.2.1 Kurva standart

pengambilan (μ L)	abs 1	abs 2	rata-rata (abs)	jumlah (mg) galic acid
10	0,164	0,162	0,163	0,01
20	0,245	0,246	0,246	0,02
30	0,321	0,326	0,324	0,03
40	0,395	0,401	0,398	0,04
50	0,447	0,448	0,448	0,05
60	0,524	0,549	0,537	0,06
70	0,595	0,624	0,610	0,07
80	0,691	0,693	0,692	0,08
90	0,749	0,753	0,751	0,09
100	0,779	0,791	0,785	0,1



B.2.2 Data hasil analisa total polifenol

perlakuan	ulangan (mg/g)			jumlah	rata-rata
	1	2	3		
A1	0,34	0,40	0,36	1,09	0,36
A2	0,32	0,33	0,33	0,98	0,33
A3	0,29	0,30	0,29	0,89	0,30
A4	0,21	0,23	0,23	0,67	0,22
A5	0,15	0,16	0,19	0,50	0,17
jumlah	1,31	1,43	1,40	4,14	

B.2.3 Hasil sidik ragam analisa total polifenol

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	4	0,07	0,02	38,89	3,478	5,994	**
Galat	10	0,00	0,00				
Total	14	0,08					

Keterangan: ** = sangat berpengaruh nyata

B.2.4 Uji DNMRT

1.	sy	0,011	0,011	0,011	0,011
2.	rp	3,261	3,398	3,475	3,521
	RP	0,035	0,036	0,037	0,037

Perlakuan	Rata-rata	Selisih					Notasi
		0,17	0,22	0,30	0,33	0,36	
A5	0,17	0,00					a
A4	0,22	0,06	0,00				b
A3	0,30	0,13	0,08	0,00			c
A2	0,33	0,16	0,10	0,03	0,00		c
A1	0,36	0,19	0,14	0,06	0,03	0,00	d

B.3 Analisa asam sianida (HCN)

B.3.1 Data hasil analisa asam sianida (HCN)

perlakuan	Ulangan (mg/100g)			jumlah	rata-rata
	1	2	3		
A1	0,15	0,14	0,15	0,43	0,14
A2	0,24	0,22	0,22	0,67	0,22
A3	0,31	0,32	0,31	0,94	0,31
A4	0,56	0,57	0,57	1,70	0,57
A5	0,65	0,63	0,63	1,90	0,63
jumlah	1,90	1,87	1,86	5,63	

B.3.2 Hasil sidik ragam analisa asam sianida (HCN)

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	4	0,56	0,14	67,12	3,478	5,994	**
Galat	10	0,02	0,00				
Total	14	0,58					

Keterangan: ** = sangat berpengaruh nyata

B.3.3 Uji DNMR

1.	sy	0,023	0,023	0,023	0,023
2.	rp	3,261	3,398	3,475	3,521
	RP	0,074	0,078	0,079	0,080

Perlakuan	Rata-rata	Selisih					Notasi
		0,14	0,22	0,31	0,57	0,63	
A1	0,14	0,00					a
A2	0,22	0,08	0,00				b
A3	0,31	0,17	0,09	0,00			c
A4	0,57	0,43	0,35	0,25	0,00		d
A5	0,63	0,49	0,41	0,32	0,06	0,00	d

B.4 Analisa asam fitat

B.4.1 Data hasil analisa asam fitat

Perlakuan	Ulangan (mg/g)			Jumlah	Rata-rata
	1	2	3		
A1	5,48	5,86	5,86	17,19	5,73
A2	5,10	5,10	5,48	15,68	5,23
A3	4,72	4,72	4,72	14,17	4,72
A4	4,35	3,97	4,35	12,66	4,22
A5	3,97	3,97	3,59	11,53	3,84
Jumlah	23,62	23,62	24,00	71,24	

B.4.2 Hasil sidik ragam analisa asam fitat

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	4	6,78	1,69	34,61	3,478	5,994	**
Galat	10	0,49	0,05				
Total	14	7,27					

Keterangan: ** = sangat berpengaruh nyata

B.4.3 Uji DNMR

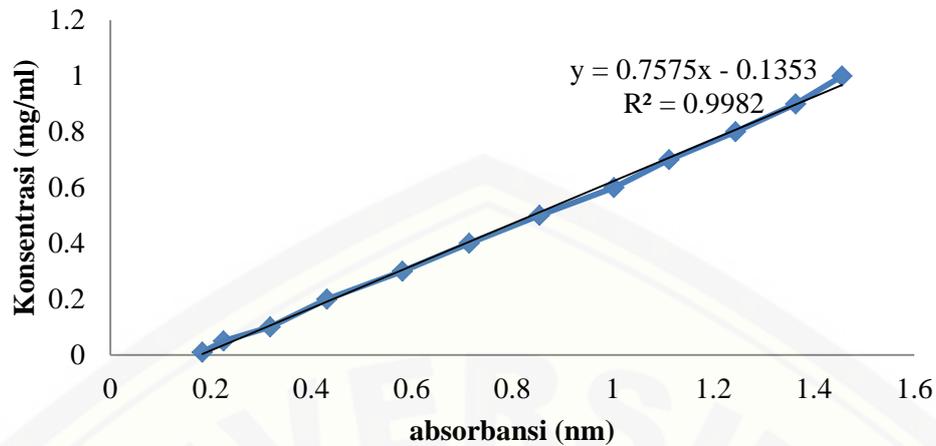
1.	sy	0,111	0,111	0,111	0,111
2.	rp	3,261	3,398	3,475	3,521
	RP	0,361	0,376	0,384	0,390

Perlakuan	Rata-rata	Selisih					Notasi
		3,84	4,22	4,72	5,23	5,73	
A5	3,84	0,00					a
A4	4,22	0,38	0,00				b
A3	4,72	0,88	0,50	0,00			c
A2	5,23	1,38	1,00	0,51	0,00		d
A1	5,73	1,89	1,51	1,01	0,51	0,00	e

B.5 Analisa protein terlarut

B.5.1 Kurva standart

pengambilan (μ l)	abs	mg/ml
10	0,183	0,01
50	0,225	0,05
100	0,318	0,1
200	0,431	0,2
300	0,581	0,3
400	0,714	0,4
500	0,854	0,5
600	1,002	0,6
700	1,112	0,7
800	1,244	0,8
900	1,364	0,9
1000	1,456	1



B.5.2 Data hasil analisa protein terlarut

perlakuan	ulangan (mg/g)			jumlah	rata-rata
	1	2	3		
A1	59,18	52,97	67,90	180,05	60,02
A2	58,65	46,37	65,39	170,41	56,80
A3	56,14	44,52	61,29	161,96	53,99
A4	52,05	40,95	58,39	151,39	50,46
A5	46,24	38,44	48,35	133,03	44,34
jumlah	272,26	223,25	301,32	796,83	

B.5.3 Hasil sidik ragam analisa protein terlarut

SK	db	JK	KT	F hitung	F tabel		Ket
					5%	1%	
Perlakuan	4	438,97	109,74	1,67	3,478	5,994	Ns
Galat	10	655,36	65,54				
Total	14	1094,34					

Keterangan: ns = tidak berpengaruh nyata

B.5.4 Uji DNMRT

1.	sy	4,048	4,048	4,048	4,048
2.	rp	3,261	3,398	3,475	3,521
	RP	13,200	13,754	14,066	14,252

Perlakuan	Rata-rata	Selisih					Notasi
		44,34	50,46	53,99	56,80	60,02	
A5	44,34	0,00					a
A4	50,46	6,12	0,00				a
A3	53,99	9,65	3,53	0,00			a
A2	56,80	12,46	6,34	2,81	0,00		a
A1	60,02	15,67	9,55	6,03	3,21	0,00	a