



**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.)
YANG DIFERMENTASI OLEH RAGI TEMPE**

SKRIPSI

Oleh:

**Eny Rukmawati
121810401078**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**



**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.)
YANG DIFERMENTASI OLEH RAGI TEMPE**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Biologi (S1)
dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh:

**Eny Rukmawati
121810401078**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS JEMBER
2017**

PERSEMBAHAN

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, hidayah serta taufiknya, shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, skripsi ini saya persembahkan untuk :

1. kedua orang tuaku tercinta, Ayahanda Sauqi dan Ibunda Rukmini atas segala dukungan, motivasi, do'a serta kasih sayang yang tak terkira;
2. nenek tersayang Siti Asiyah yang selalu mendo'akan, mendidik dan mengasuh serta memberikan kasing sayang;
3. semua guru-guruku yang telah membekali ilmu pengetahuan baik secara formal maupun informal;
4. almamater Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

MOTO

“Tiap-tiap yang berjiwa pasti akan merasakan mati.”
(QS. Ali Imran: 185)*

“Barang siapa menempuh suatu jalan untuk mencari ilmu, maka Allah
memudahkannya mendapat jalan ke syurga.”

(HR. Muslim)

“Hindarilah prasangka, karena prasangka itu berita paling bohong. Jangan saling
mencari keburukan orang lain dan saling menyaingi jangan saling mendengki,
jangan saling marah dan jangan saling acuh, tetapi jadilah kamu bersaudara
sebagai hamba-hamba Allah.”

(HR. Muslim)

“Manusia tidak merancang untuk gagal, mereka gagal untuk merancang.”

(William J. Siegel)

*) Departemen Agama RI. 2004. Al Qur'an dan Terjemahannya: Al Jumanatul
'Ali (Seuntai Mutiara Yang Maha Luhur). Bandung: CV Penerbit J-AR

PERNYATAAN

Saya yang bertenda tangan di bawah ini :

nama : Eny Rukmawati

NIM : 121810401078

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Aktivitas Antioksidan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Yang Difermentasi Oleh Ragi Tempe” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi 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 dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 24 Juli 2017

Yang menyatakan

Eny Rukmawati

NIM 121810401078

SKRIPSI

**AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.)
YANG DIFERMENTASI OLEH RAGI TEMPE**

Oleh

**Eny Rukmawati
121810401078**

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Drs. Siswanto, M.Si.

Dosen Pembimbing Anggota : Drs. Rudju Winarsa, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Aktivitas Antioksidan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Yang Difermentasi Oleh Ragi Tempe “ telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Jember pada :

hari, tanggal :

tempat : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Jember

Tim penguji

Ketua,

Drs. Siswanto, M.Si.

NIP 196012161993021001

Anggota II,

Dr. Kahar Muzakhar, S.Si.

NIP 196805031994011001

Anggota I,

Drs. Rudju Winarsa, M.Kes.

NIP 196008161989021001

Anggota II,

Dra. Dwi Setyati, M.Si.

NIP 196404171991032001

Mengesahkan

Dekan,

Drs. Sujito, Ph.D.

NIP 196102041987111001

RINGKASAN

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN KACANG MERAH (*Phaseolus vulgaris* L.) YANG DIFERMENTASI OLEH RAGI TEMPE; Eny Rukmawati, 121810401078; 2017: 43; Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Sumber antioksidan yang berasal dari bahan makanan yaitu kacang merah. (Kristiani,2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Djamil (2009) hasil penapisan fitokimia terhadap ekstrak biji kacang merah ditunjukkan adanya senyawa saponin, flavonoid, triterpenoid, kumarin dan tannin. Flavonoid merupakan golongan yang di dalamnya terdiri dari isoflavon dan merupakan hasil metabolit sekunder (Judoamidjojo, 1992). Sedangkan hasil uji 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH) kacang merah memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan dengan kacang kedelai dan kacang hijau (Djamil, 2009).

Penelitian ini dilakukan dengan pembuatan tempe dari kacang merah dengan kulit dan tanpa kulit yang kemudian difermentasi selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam. Tempe kacang merah kemudian dibuat tepung tempe dengan cara memotong kecil tempe pada masing-masing perlakuan dan dioven selama 24 jam pada suhu 50° C. Selanjutnya dihaluskan sampai menjadi bubuk tempe halus. Tahap selanjutnya yaitu tahap ekstraksi menggunakan etanol 80% dengan membuat perbandingan antara sampel dengan etanol 1:10 dan di sentrifuge dengan kecepatan 5000 rpm selama 10 menit, diinkubasi selama 24 jam. Tahap terakhir yaitu uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*). Pengukuran aktivitas antioksidan berdasarkan absorbansi larutan DPPH dengan larutan sampel menggunakan spektrofotometri λ 517 nm. Setelah didapatkan nilai absorbansinya, kemudian dihitung persentase aktivitas antioksidan dengan rumus % aktivitas antioksidan.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan adanya perubahan aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol tempe kacang merah baik dengan kulit maupun tanpa kulit. Aktivitas antioksidan paling tinggi terjadi pada saat fermentasi jam ke-48 dan

aktivitas paling rendah yaitu pada sampel kontrol yaitu fermentasi 0 jam. Hal ini terjadi pada kedua perlakuan baik kacang merah dengan kulit maupun biji tanpa kulit. Rata-rata aktivitas antioksidan pada tempe dari kacang merah dengan kulit fermentasi 24 jam yaitu 96,047 % dan persen aktivitas antioksidan pada tempe kacang merah tanpa kulit sebesar 97,505 %. Aktivitas antioksidan pada tempe hasil fermentasi 48 jam yaitu 98,400 % dan 97,898 %. Aktivitas antioksidan menurun pada jam fermentasi selanjutnya. Untuk aktivitas antioksidan tempe hasil fermentasi 72 jam yaitu 91,827 % dan 88,239 % (dalam 24 ppm DPPH). Perubahan aktivitas antioksidan ini dikarenakan adanya aktivitas enzimatis pada saat proses fermentasi berlangsung oleh kapang pada ragi tempe, sehingga memungkinkan terjadinya hidrolisis senyawa isoflavon glikosida menjadi senyawa isoflavon aglikon yang mempunyai aktivitas fisiologi lebih tinggi.

PRAKATA

Alhamdulillah Rabbil 'alamin, segala puji bagi Allah SWT atas segala rahmat, hidayah, nikmat dan taufiq-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan skripsi yang berjudul “Aktivitas Antioksidan Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) Yang Difermentasi Oleh Ragi Tempe”. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan Strata satu (S1) Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Sujito, Ph.D. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
2. Dr. rer. nat. Kartika Senjarini, M.Si. selaku ketua Jurusan Biologi atas segala kemudahan yang diberikan;
3. Drs. Siswanto, M.Si. dan Drs. Rudju Winarsa, M.Kes. selaku Dosen Pembimbing yang dengan ikhlas meluangkan waktu dan penuh kesabaran telah memberikan bimbingan, arahan dan bantuan dan nasihat kepada penulis hingga penulisan skripsi dapat tercapai;
4. Dr. Kahar Muzakhar, S.Si. dan Dra. Dwi Setyati, M.Si. selaku Dosen Penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membantu memperbaiki dalam penulisan skripsi ini;
5. Ayahanda Sauqi dan Ibunda Rukmini tercinta yang telah memberikan dukungan moril maupun materiil;
6. nenek tercinta Siti Asiyah yang tanpa henti-hentinya mendo'akan sehingga semuanya lancar sampai akhir;
7. keluarga besar Sugeng dan Kahfi;
8. Ir. Endang Soesetyaningsih selaku Teknisi Laboratorium Mikrobiologi yang banyak membantu selama penelitian;

9. partner di Laboratorium Mikrobiologi Lt.1 (Putri Y., Ifa, Vivta, Kharisna, Rere, Nurul, Ela, Putri M., Lisa, Reza, Antin, Iim, Nenny) yang telah banyak membantu selama penelitian;
10. teman-teman seperjuangan BIOZVA Biologi 2012 atas kebersamaan dan suka duka selama belajar di Jurusan Biologi FMIPA Universitas Jember;
11. teman-teman grup “MMG” dan grup “HM”
12. seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Skripsi ini telah disusun sebaik-baiknya oleh penulis, namun tidak terlepas dari beberapa kekurangan-kekurangan di dalamnya. Penulis mengharap saran dan kritik yang dapat membantu memperbaiki naskah skripsi ini. Harapan penulis, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan pembaca pada umumnya.

Jember, Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PEMBIMBING	v
HALAMAN PENGESAHAN	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Kacang Merah (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	4
2.2 Antioksidan dan Radikal Bebas	6
2.2.1 Antioksidan.....	6
2.2.2 Radikal Bebas	8
2.2 Fermentasi Tempe	8
BAB 3. METODE PENELITIAN	10
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Rancangan Penelitian	10

3.4 Prosedur Penelitian	11
3.5 Metode	12
3.4.3 Ekstraksi Sampel.....	12
3.4.4 Uji Aktivitas Antioksidan dengan Metode DPPH (<i>1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl</i>).....	12
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Hasil Fermentasi Kacang Merah	14
4.2 Hasil Uji Aktivitas Antioksidan	15
BAB 5. PENUTUP	19
5.1 Kesimpulan	19
5.2 Saran	19
DAFTAR PUSTAKA	20
LAMPIRAN	24

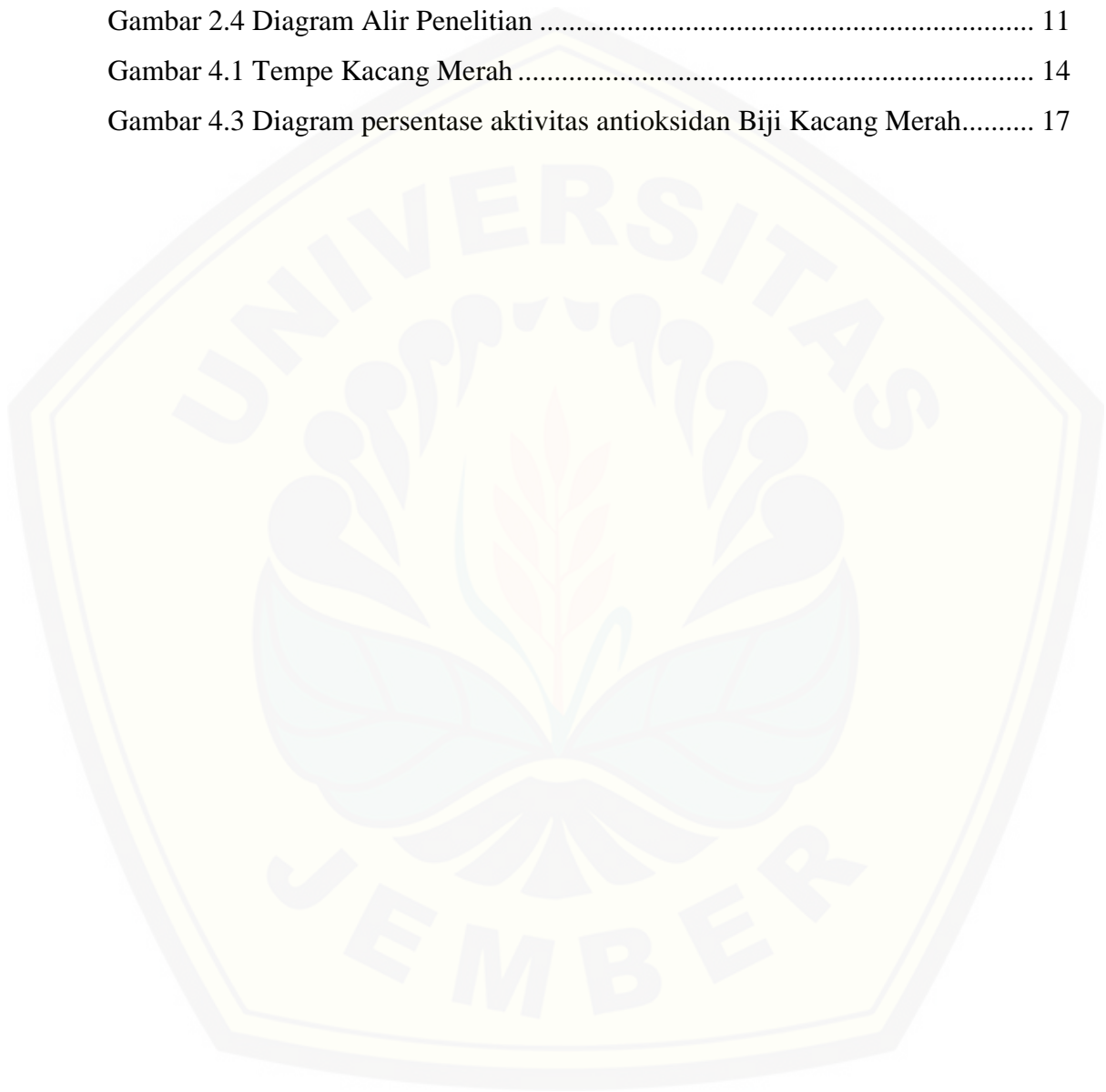
DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Kandungan nutrisi Kacang Merah tiap 100 gr	5



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Biji Kacang Merah	5
Gambar 2.4 Diagram Alir Penelitian	11
Gambar 4.1 Tempe Kacang Merah	14
Gambar 4.3 Diagram persentase aktivitas antioksidan Biji Kacang Merah.....	17



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Hasil Perhitungan Persentase Aktivitas Antioksidan Tempe Kacang Merah Dengan Kulit pada λ 517 nm.....	24
B. Hasil Perhitungan Persentase Aktivitas Antioksidan Tempe Kacang Merah Tanpa Kulit pada λ 517 nm	24
C. Hasil Pengukuran Absorbansi Kontrol (DPPH)	24
D. Hasil Fermentasi Kacang Merah oleh ragi Tempe.....	25
E. Hasil Uji Ekstrak Etanol Tempe Kacang Merah dengan Larutan DPPH	26

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Senyawa antioksidan yang terdapat pada makanan memiliki fungsi penting sebagai perlindungan tubuh. Antioksidan dapat ditemukan dalam bahan alami yang digunakan sebagai bahan pangan, di antaranya seperti biji-bijian, buah-buahan dan sayuran. Bahan pangan tersebut mengandung antioksidan seperti vitamin A, vitamin C, vitamin E, karoten, asam fenolik, fitoestrogen. Sebagian antioksidan yang terkandung dalam bahan makanan memiliki berbagai sifat fisik serta sifat kimia yang berbeda (Prakash, 2001).

Sumber antioksidan yang berasal dari bahan makanan yaitu kacang merah. (Kristiani, 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Djamil (2009) hasil penapisan fitokimia terhadap ekstrak biji kacang merah ditunjukkan adanya senyawa saponin, flavonoid, triterpenoid, kumarin dan tannin. Flavonoid merupakan golongan yang di dalamnya terdiri dari isoflavon dan merupakan hasil metabolit sekunder (Judoamidjojo, 1992). Sedangkan hasil uji 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH) kacang merah memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan dengan kacang kedelai dan kacang hijau (Djamil, 2009).

Pada umumnya teknik pengolahan kacang merah pada masyarakat masih sederhana, hanya digunakan sebagai pelengkap dalam masakan dan dijadikan sebagai bubur (Harjanti, 2013). Kacang merah yang mengalami fermentasi dapat memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi, karena dengan fermentasi dapat menghidrolisis isoflavon menjadi isoflavon bebas yang disebut aglikon (Pramesti, 2015). Aglikon yang mempunyai aktivitas fisiologis tinggi tersebut adalah genistein, daidzein, dan glisitein (Lustyaningsih, 2014).

Tempe merupakan salah satu produk hasil fermentasi padat dengan bantuan *Rhizopus sp.* yang berbentuk padatan kompak, berbau khas dan berwarna putih. Kacang merah dapat digunakan sebagai bahan pengganti kedelai dalam pembuatan tempe karena kacang merah mengandung protein (Lustyaningsih, 2014). Salah satu kapang yang berperan dalam pembuatan tempe adalah *Rhizopus sp.*, hal ini dikarenakan *Rhizopus sp.* aman dikonsumsi dan akan membentuk benang halus karena adanya miselia yang akan tumbuh pada permukaan biji

kacang merah dan menghubungkan biji-biji kacang merah tersebut, sehingga tekstur tempe menjadi padat (Aziz, 2011). Adanya aktivitas *Rhizopus sp.* dapat menyebabkan proses biotransformasi dan biosintesis senyawa aktif di antaranya adalah antioksidan (Susanto, 1998). *Rhizopus sp.* mempunyai kemampuan menguraikan protein menjadi peptide yang merupakan sumber antioksidan (Aziz, 2011). Menurut Purwoko (2004) *Rhizopus sp.* dapat menghasilkan enzim β -glukosidase yang dapat menghidrolisis isoflavon glikosida menjadi aglikon yang mempunyai aktivitas fisiologi yang tinggi

Lama fermentasi yang optimum untuk proses fermentasi adalah selama 48 jam (Mujianto, 2013). Menurut Istiani (2010) lama fermentasi mempengaruhi aktivitas antioksidan, karena fermentasi merupakan proses yang memanfaatkan mikroba untuk memecah metabolit kompleks dan menghasilkan metabolit sederhana dengan enzim yang dihasilkan oleh mikroba seperti enzim β -glukosidase. Superperoksida dismutase (SOD) juga terbentuk selama proses fermentasi 24 jam, dan akan terus meningkat jumlahnya sampai fermentasi 60 jam dan setelah itu jumlahnya akan menurun. (Widoyo, 2010). Dalam penelitian ini dilakukan dalam 4 macam waktu fermentasi yang berbeda, yaitu 0 jam, 24 jam, 48 jam, dan 72 jam dengan 2 perlakuan yang berbeda yaitu biji kacang merah dengan kulit dan tanpa kulit, untuk mengetahui pengaruh terhadap aktivitas antioksidan.

1.1 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah kacang merah yang difermentasi oleh ragi tempe dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas (aktivitas antioksidan) yang dibentuk ?

1.2 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan kualitas dan kuantitas (aktivitas antioksidan) pada kacang merah yang difermentasi oleh ragi tempe.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi pada tahap uji aktivitas antioksidan pada tempe biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) yang diperoleh dari pasar dengan perlakuan lama fermentasi 0 jam, 24 jam, 48 jam, 72 jam dengan ekstraksi menggunakan etanol dan uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui mengenai pengaruh fermentasi terhadap peningkatan antioksidan pada kacang merah yang difermentasi oleh ragi tempe, dan memberikan informasi sumber antioksidan pada bahan pangan

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.)

Kacang merah biasa disebut kacang jogo memiliki warna merah agak muda pada kulitnya dengan bintik-bintik merah tua (Amaliyah, 2009). Kacang jogo atau kacang merah (*Phaseolus vulgaris* L.) bukan asli Indonesia, tanaman ini berasal dari Meksiko Selatan, Amerika Selatan dan dataran Cina, lalu tersebar ke daerah lain seperti Indonesia, Malaysia, Karibia, Afrika Timur, dan Afrika Barat. Indonesia sendiri daerah yang banyak ditanami kacang merah adalah Lembang (Bandung), Pacet, Kota Batu, dan Pulau Lombok (Astawan, 2009).

Kacang merah merupakan kacang buncis tipe tegak (tidak merambat) dan dipanen jika polongnya sudah tua, sehingga kacang merah memiliki nama latin yang sama dengan kacang buncis yaitu *Phaseolus vulgaris* L., kacang buncis yang tipe merambat dipanen pada saat polong muda. Nama kacang merah di pasar internasional adalah red kidney bean. Biji kacang merah berbentuk seperti ginjal (Rukmana, 2009).

Klasifikasi kacang merah adalah sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Division	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliopsida
Subclass	: Magnoliidae
Superorder	: Rosanae
Order	: Fabales
Family	: Fabaceae
Genus	: <i>Phaseolus</i>
Spesies	: <i>Phaseolus vulgaris</i>

(*Tropicos.com*).



Gambar 2.1 Biji Kacang Merah (Nuraidah, 2013)

Tabel 1. Komposisi zat gizi dalam tiap 100 gram kacang merah kering

No	Komposisi	Kandungan
1.	Protein	22,3 (g)
2.	Karbohidrat	61,2 (g)
3.	Lemak	1,5 (g)
4.	Vitamin A	30 (SI)
5.	Thiamin/vitamin B1	0,5 (mg)
6.	Riboflavin/vitamin B2	0,2 (mg)
7.	Niacin	2,2 (mg)
8.	Kalsium	260 (mg)
9.	Fosfor	410 (mg)
10.	Besi	5,8 (mg)
11.	Mangan	194 (mg)
12.	Tembaga	0,95 (mg)
13.	Natrium	15 (mg)
14.	Fenol	5.19 (mg) (Sharma, 2013)

Sumber : Martin (1984) & Salunkhe et al (1985) dalam Astawan (2009)

Kacang merah masuk dalam kelompok kacang polong (legume), dan masih satu kerabat dengan kacang hijau, kacang kedelai, kacang tolo, dan kacang uci. Kacang merah dikonsumsi berupa kacang kering. Kacang merah kering merupakan sumber karbohidrat kompleks, serat, vitamin B (terutama asam folat dan vitamin B1), kalsium, fosfor, zat besi, dan protein. Setiap 100 gram kacang merah kering yang direbus dapat menyediakan asam folat terbesar 75 % dari angka kecukupan asam folat yang dianjurkan. Kalsium 32%, fosfor 30%, vitamin B1 17%, serta zat besi 28%. Kacang merah sangat rendah lemak dan natrium, nyaris bebas lemak jenuh, bebas kolestrol, serta murah harganya. Setiap 100 gram kacang merah kering menyediakan serat sekitar 4 gram, yang terdiri dari serat larut secara signifikan dapat menurunkan konsentrasi kolesterol dan gula darah (khomsan, 2006). Kacang merah juga mengandung protein nabati yang berperan

penting dalam perbaikan gizi (Astawan, 2009). Setiap 100 gram kacang merah yang direbus akan memiliki kandungan protein sebesar 19 persen dari angka kecukupan protein yang dianjurkan (Khomsan, 2006).

Kacang merah mengandung karbohidrat tertinggi dibandingkan dengan kacang-kacangan yang lainnya. Selain itu juga mengandung kadar protein yang hampir sama dengan kacang hijau, mengandung lemak yang jauh lebih rendah jika dibandingkan dengan kacang kedelai dan kacang tanah, serta mengandung serat yang hampir sama dengan kacang hijau, kedelai dan kacang tanah. Kadar serat pada kacang merah jauh lebih tinggi dibandingkan beras, jagung, sorgum dan gandum (Astawan, 2009).

Kacang merah yang telah diolah akan memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi. Proses pengolahan kacang merah akan menghidrolisis isoflavon menjadi senyawa isoflavon bebas yang disebut aglikon. Pengolahan kacang merah dengan cara fermentasi akan menghasilkan senyawa isoflavon bebas yang terbanyak (Pramesti, 2015). Kacang merah dapat digunakan sebagai bahan pengganti pembuatan tempe (Lustyaningsih, 2014).

2.3 Antioksidan dan Radikal Bebas

2.3.1 Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang mampu menunda dan mencegah terjadinya reaksi antioksidasi radikal bebas atau kemampuan menangkap senyawa radikal (*radical scavenging*) dalam oksidasi lipid (Siswoyo, 2009). Antioksidan pada isoflavon sangat dibutuhkan tubuh untuk menghentikan reaksi pembentukan radikal bebas, sehingga dapat menghambat proses penuaan dini, mencegah penyakit seperti aterosklerosis, jantung koroner, *diabetes militus*, dan kanker. Antioksidan dapat berasal dari dalam tubuh dan luar tubuh. Didalam tubuh kita memiliki sistem enzim antioksidan yang bekerja secara simultan memetabolisme radikal bebas sehingga tidak meninggalkan kerusakan pada jaringan (Hodgson et al, 2000).

Senyawa yang mengandung bioaktif tertentu yang memiliki kemampuan sebagai antioksidan dapat melemahkan zat lain yang berpotensi sebagai molekul

reaktif jika bereaksi dengan oksigen. Reaksi oksidasi dihambat dengan cara reduksi sehingga antioksidan disebut juga dengan senyawa pereduksi. Antioksidan bekerja melalui berbagai cara. Setiap jenis antioksidan memiliki kinerja yang bervariasi satu dengan yang lainnya (Lingga, 2012). Cara kerja tersebut meliputi mencegah terbentuknya radikal bebas, mereduksi molekul radikal sehingga tidak menjadi berbahaya, memperbaiki kerusakan oksidatif, membuang molekul yang rusak, meningkatkan aktivitas enzim detoksifikasi (Lingga, 2012).

Secara kimia, senyawa antioksidan diartikan sebagai senyawa pemberi elektron (electron donors). Secara biologis, pengertian antioksidan adalah senyawa yang mampu menangkal atau meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh. Antioksidan bekerja dengan mendonorkan satu elektronnya kepada senyawa yang bersifat oksidan sehingga aktivitas senyawa oksidan tersebut dapat dihambat. Secara umum, antioksidan dikelompokkan menjadi dua yaitu antioksidan enzimatis dan non-enzimatis. Antioksidan enzimatis misalnya enzim superoksida dismutase (SOD), katalase dan glutathion peroksidase. Sedangkan antioksidan non-enzimatis dibagi menjadi dua kelompok yaitu antioksidan larut lemak seperti tokoferol, karotenoid, quinon, bilirubin; dan antioksidan larut air seperti flavonoid, asam askorbat, asam urat, protein pengikat logam, dan protein pengikat heme (Winarsi, 2007).

Antioksidan adalah substansi yang dibutuhkan dalam konsentrasi yang sangat kecil untuk mencegah atau menghambat pro-oksidan. Pro-oksidan adalah substansi toksik yang dapat menyebabkan kerusakan oksidatif terhadap lemak, protein, dan asam nukleat sehingga mengakibatkan berbagai penyakit (Cao dan Prior, 2002). Contoh pro-oksidan adalah ROS (Reactive Oxygen Species), RNS (Reactive Nitrogen Species) dan RCS (Reactive Chlorine Species). ROS meliputi superoxide (O_2^-), hydroxyl ($OH\cdot$), radikal peroxy ($ROO\cdot$), dan hydrogen peroxide (H_2O_2). RNS meliputi nitric oxide ($NO\cdot$) dan nitrogen dioxide ($NO_2\cdot$). Sedangkan contoh dari RCS adalah klorin (Cl) (Halliwell, 2002).

2.3.2 Radikal Bebas

Radikal bebas merupakan atom yang memiliki elektron bebas yang bersifat tidak stabil dan mudah berikatan dengan molekul lain yang ada disekitarnya, sehingga ikatan tersebut menimbulkan reaksi yang tidak diinginkan. Radikal bebas juga merupakan molekul yang jika teroksidasi dapat membentuk molekul baru dan dapat merusak tubuh (Lingga, 2012). Antara antioksidan dan radikal bebas terdapat hubungan yang berlawanan. Antioksidan berperan dalam menetralkan radikal bebas secara efektif sehingga mengurangi kerusakan yang ditimbulkannya. Hubungan antagonis ini dapat menciptakan keseimbangan tubuh dalam menghadapi radikal bebas yang berpotensi merusak sistem tubuh (Lingga, 2012).

Banyak faktor yang dapat menyebabkan timbulnya radikal bebas dalam tubuh antara lain radiasi yang berasal dari sinar ultraviolet ataupun sinar X, polusi udara yang berasal dari lingkungan, bahan-bahan kimia yang terkandung dalam makanan (pengawet, pewarna sintetis, residu pestisida, dan bahan tambahan makanan lainnya) serta proses metabolisme di dalam tubuh (Winarti, 2010).

Unsur radikal bebas dapat berasal dari polusi, debu maupun diproduksi secara kontinyu sebagai konsekuensi dari metabolisme normal, sebab itu tubuh kita memerlukan suatu substansi penting yakni antioksidan yang dapat membantu melindungi tubuh dari serangan radikal bebas dengan meredam dampak negatif senyawa ini. Antioksidan berfungsi mengatasi atau menetralkan radikal bebas sehingga diharapkan dengan pemberian antioksidan tersebut proses tua dihambat atau paling tidak “tidak dipercepat” serta dapat mencegah terjadinya kerusakan tubuh dari timbulnya penyakit degeneratif (Sitohang, 2008).

2.4 Fermentasi Tempe

Fermentasi merupakan proses kimiawi yang disebabkan oleh enzim yang dihasilkan dari metabolisme mikroba yang merubah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana, sehingga lebih mudah diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh. Menurut Istiani (2010). Tempe merupakan makanan fermentasi yang memanfaatkan kapang jenis *Rhizopus sp.* yang

terdapat dalam ragi tempe. Dalam ragi tempe terdapat beberapa jenis *Rhizopus* di antaranya yaitu *Rhizopus oryzae*, *Rhizopus oligosporus* dan kapang-kapang jenis lain. Spora dari kapang *Rhizopus* tersebut mulai tumbuh dan berkecambah dengan membentuk benang-benang hifa. Dalam waktu tertentu akan terus tumbuh mengikat antar biji dan menembus kotiledon biji yang di fermentasi, sehingga strukturnya menjadi lebih padat dan kompak (Istiani, 2010).

Indonesia merupakan negara produsen tempe terbesar di dunia dan menjadi pasar kedelai terbesar di Asia. Tempe memiliki efek antioksidan, antibakteri, antikanker, antihemolitik, antialergi, dan antiinfeksi, selain itu serat dalam tempe berperan dalam menurunkan kolesterol darah. Tempe digolongkan sebagai pangan fungsional dan direkomendasikan sebagai food for the future karena kandungan antioksidannya. Isoflavon merupakan salah satu komponen antioksidan dalam tempe yang menarik diperhatikan karena memiliki efek antiinflamasi, antialergi, antikardiovaskular, antikanker, antiosteoporosis, dan penangkal berbagai penyakit degeneratif (Villares et al, 2009). Isoflavon adalah salah satu jenis fitoestrogen, merupakan suatu zat yang memiliki khasiat mirip estrogen dan berasal dari tumbuhan. Isoflavon juga memiliki khasiat farmakologi, sifat fisiologis aktif dari senyawa isoflavon antara lain antifungi, antioksidan, antihemolisis dan antikanker (Chang, 1977).

Senyawa isoflavon merupakan salah satu komponen yang juga mengalami metabolisme. Senyawa isoflavon berbentuk senyawa konjugat dengan senyawa gula melalui ikatan -O- glikosidik. Selama proses fermentasi, ikatan -O- glikosidik terhidrolisis, sehingga dibebaskan senyawa gula dan isoflavon aglikon yang bebas. Senyawa isoflavon aglikon ini dapat mengalami perubahan lebih lanjut membentuk senyawa baru. Hasil perubahan lebih lanjut dari senyawa aglikon ini justru menghasilkan senyawa-senyawa yang mempunyai aktivitas biologi lebih tinggi (Pawiroharsono, 2001 dalam Istiani, 2010).

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, dan Fakultas Farmasi Universitas Jember. Waktu pelaksanaan akan dimulai pada bulan Januari 2017 sampai dengan selesai.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, labu erlenmeyer, botol valcon, spatula, gelas ukur, tabung sentrifuge, *sentrifuge*, pipet ukur, vortek, oven, *spektrofotometer*, kapas, kertas tisu, kertas label, spidol penanda.

3.2.2 Bahan

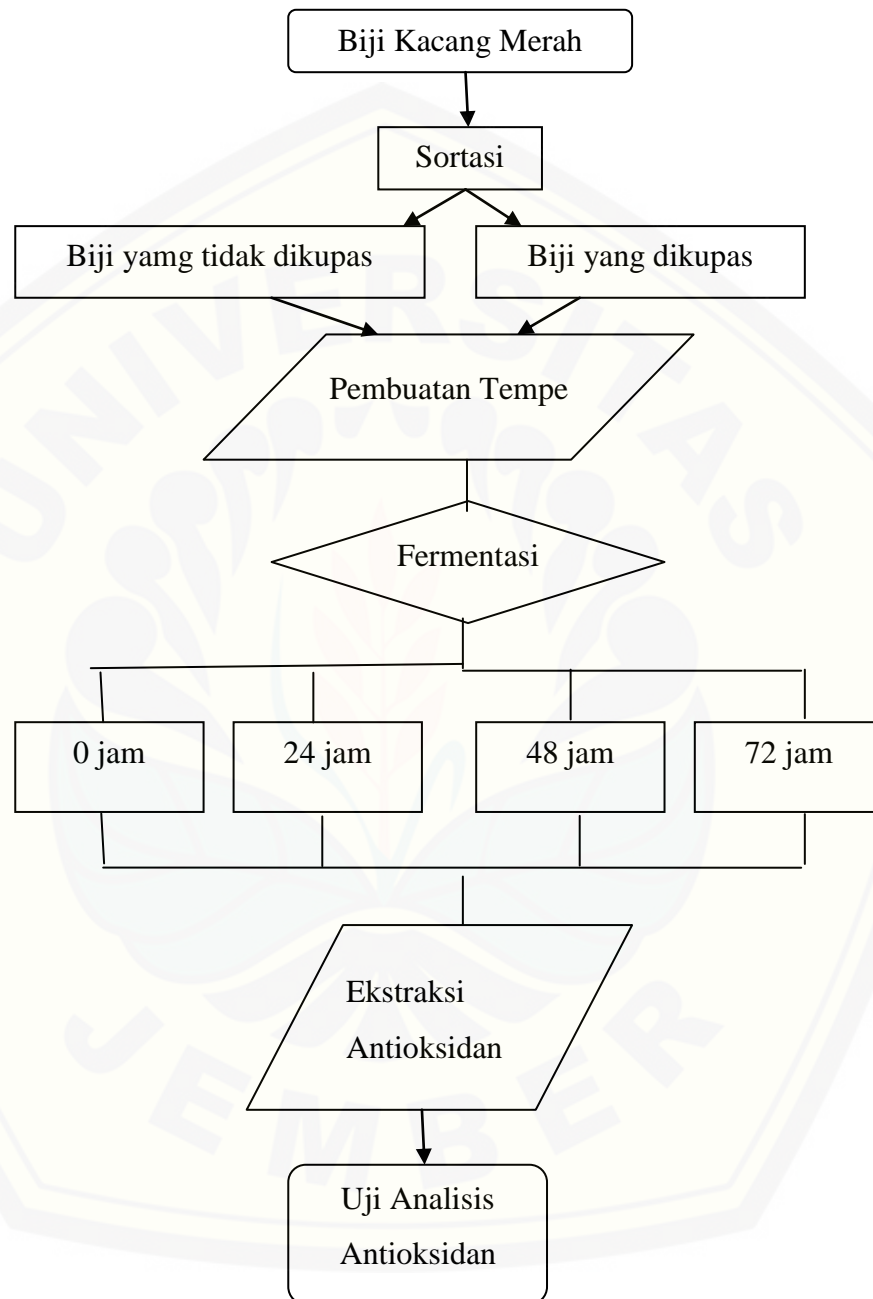
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji kacang merah (*Phaseolus vulgaris L.*), ragi tempe merk LIPI Malang, larutan etanol 80%, DPPH (*1,1 diphenyl-2-picrylhidrazyl*)

3.3 Rancangan Penelitian

Sampel dianalisis di laboratorium, data yang diperoleh adalah data disajikan dalam bentuk angka, gambar dan grafik. Analisis antioksidan tempe kacang merah menggunakan rancangan deskriptif dengan 4 macam waktu inkubasi dan 3 kali pengulangan.

3.4 Prosedur Penelitian

Diagram alir penelitian disajikan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.5 Metode

3.5.1. Pembuatan Tempe

Pada pembuatan tempe langkah yang pertama yang dilakukan adalah persiapan bahan dan sortasi dengan menyiapkan bahan baku yaitu 500 gr kacang merah yang telah disortir dan dipilih biji yang bagus, yaitu dengan cara merendam biji kacang merah dengan air dan memilih kacang yang tenggelam (biji yang terapung merupakan biji yang tidak bagus). Kacang merah direndam dalam air selama 24 jam, dengan pergantian air setiap 8 jam sekali. Terdapat dua perlakuan, yaitu perlakuan pertama untuk biji kacang merah yang tidak dikupas dan kacang merah yang dikupas kulitnya (Rahma, 2010). Biji kacang merah dengan kulit maupun tanpa kulit direbus dalam air 1000 ml. Perendaman yang kedua dilakukan selama 24 jam dan dilakukan perebusan yang kedua bersama dengan air rendaman yang kedua. Penaburan ragi dilakukan dengan menggunakan ragi tempe merk LIPI Malang, sebanyak 0,5 gr ragi ditaburkan ke biji kacang merah dan dibungkus oleh plastik yang diberi lubang kecil-kecil, diinkubasi dalam suhu ruang selama 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam (Istiani, 2010).

3.5.2. Ekstraksi Sampel

Ekstraksi sampel dilakukan dengan mengeringkan tempe kacang merah umur 0 jam dengan oven pada suhu 50°C. Tempe diblender atau dihaluskan hingga halus. Masing-masing 2 gram sampel direndam pada ethanol 80 % sebanyak 20 ml. Ekstrak disentrifugasi dengan kecepatan 5000 rpm selama 10 menit untuk memisahkan endapan dan supernatan. Supernatan yang didapat dikumpulkan. Dilakukan perlakuan yang sama pada tempe berumur 24 jam, 48 jam serta 72 jam (Ping et al, 2012).

3.5.3. Uji Analisa Antioksidan Menggunakan Metode DPPH

Uji aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH, karena metode tersebut sederhana, mudah dan hanya memerlukan sedikit sampel. Metode DPPH juga dipilih karena merupakan metode untuk mengukur aktivitas antioksidan dari

bahan alami (Molyneux, 2004). DPPH digunakan untuk mengukur penghambatan radikal bebas dan untuk menilai besarnya aktivitas antioksidan pada makanan. Dalam penelitian ini metode DPPH digunakan untuk menguji sampel cair dan tidak spesifik untuk senyawa antioksidan tertentu tetapi pada keseluruhan senyawa antioksidan yang ada dalam sampel.(Prakash, 2001).

Pada metode ini antioksidan (AH) akan bereaksi dengan radikal bebas DPPH dengan cara mendonorkan atom hidrogen (Ingrid & Santoso, 2014). Nilai aktivitas antioksidan yang dinyatakan dalam % sisa DPPH, semakin kecil sisa DPPH maka semakin besar aktivitas antioksidannya. Ekstrak tempe kacang merah dengan umur inkubasi 0, 24, 48, dan 72 jam diuji dengan menggunakan DPPH. 2,4 mg DPPH dilarutkan dalam 100 ml etanol maka akan terbentuk larutan DPPH 0,06 mM. Ekstrak sampel 1,5 ml ditambah 1,5 ml larutan DPPH 0,06 mM dan diinkubasi dalam gelap selama 30 menit. Absorbansi diukur pada panjang gelombang 517 nm (Marinova & Batchvarov, 2011). Analisis dilakukan sampai tiga kali pengulangan. Nilai serapan larutan DPPH dihitung sebagai persen inhibisi (% inhibisi) dengan persamaan sebagai berikut :

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{(\text{Absorbansi kontrol} - \text{Absorbansi sampel})}{\text{Absorbansi kontrol}} \times 100\%$$

(Sitohang, 2008).

- Rumus Molaritas : $\frac{\text{gr}}{\text{Mr}} \times \frac{1000}{V \text{ pelarut}}$
 : 2,4 mg = 0,0024 gr
 : Mr DPPH = 394 → Rumus Molekul DPPH : $C_{18}H_{12}N_5O_6$
 $= \frac{0,0024}{394} \times \frac{1000}{100} = 0,00006 \text{ M} = 0,06 \text{ mM}$
- Satuan ppm : 2,4 mg : 100 ml
 = 0,024 mg/ml → µg/ml
 = 24 µg/ml = ppm

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Fermentasi kacang merah menggunakan ragi tempe dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas (aktivitas antioksidan) eksogenous. Fermentasi pada kacang merah yang memiliki aktivitas antioksidan tertinggi terjadi pada tempe kacang merah dengan kulit, yaitu 98,400 % (dari 24 ppm DPPH) pada lama fermentasi 48 jam, dan pada tempe kacang merah tanpa kulit yaitu 97,89 % (dari 24 ppm DPPH) pada lama fermentasi yang sama.

5.2 Saran

Pada penelitian selanjutnya, sebaiknya dilakukan uji antioksidan terhadap pertumbuhan sel, karena untuk mengetahui kemampuan antioksidan pada kacang merah terhadap pertumbuhan sel dan dilakukan uji untuk mengetahui senyawa antioksidan apa saja yang terkandung didalam tempe kacang merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberto M.R, Canavosio M.A.R, and Nadra M.C.M. 2006. Antimikrobialeffect of Polifenol from Apple Skins on Human Bacterial Pathogen. *Electronic Journal of Biotechnology*. Pontificia Universidad Catolica de Valparaiso-Chile.
- Amaliyah, N. 2009. *Perbedaan Kualitas Nugget Kacang Merah Makanan Untuk Vegetarian*. (Skripsi). Teknologi Jasa Dan Produksi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
- Ariani, S.R.D. dan Hastuti, W. 2009. Analisis Isoflavon dan Uji Aktivitas Antioksidan pada Tempe dengan Variasi Lama Fermentasi dan Metode Ekstraksi. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. Surakarta. FKIP UNS:568-580.
- Astawan, M . 2009. *Sehat dengan Hidangan Kacang dan Biji-Bijian*. Jakarta : Penebar Swadaya. (ebook, diakses tanggal 17 Mei 2016).
- Aziz. S., dan Ratna S.D.. 2011. Isolasi Rhizopus Oligosporus Pada Beberapa Inokulum Tempe Di Kabupaten Banyumas Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman. *Molekul, Vol. 6. No. 2. Nopember, 2011: 93 - 104*.
- Chang, S.S., Bostric M., O.A.L. Hsieh and C.L. Huang, 1977. Natural Antioxidants from Rosemary and Sage. *J.Food Sci.*42:574.
- Djamil, R. dan Tria A. 2009. Penapisan Fitokimia, Uji Bslt, Dan Uji Antioksidan Ekstrak Metanol Beberapa Spesies Papilionaceae. *Jurnal Ilmu Kefarmasian Indonesia*. Hal. 65-71 Vol. 7, No. 2 Issn 1693-1831.
- Halliwell, B. 2002. Food-Derived Antioxidants: *How to Evaluate Their Importance in Food and In Vivo*. Handbook of Antioxidants. New York : Marcel Dekker Inc. (diakses tanggal 11 Mei 2016).
- Harjanti, S.W. 2013. *Pembuatan Yoghurt Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L) Dengan Penambahan Ekstrak Bunga Rosela (Hibiscus sabdariffa L) Sebagai Pewarna Alami*. (Skripsi). Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hodgson, E and P.E.Levi. 2000. *A Textbook of Modern Toxicology*. New York : Elsevier. (Diakses tanggal 11 Mei 2016).
- Inggrid, H. M., and Santoso, H. 2014. *Ekstraksi Antioksidan Dan Senyawa Aktif Dari Buah Kiwi (Actinidia deliciosa)* . Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Katolik Parahyangan.

- Istiani, Y. 2010. *Karakterisasi Senyawa Bioaktif Isoflavon Dan Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Etanol Tempe Berbahan Baku Koro Pedang (Canavalia ensiformis)*. Tesis Program Pasca Sarjana. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Judoamidjojo M., Darwis A.A., dan Gumbira. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Jakarta : Rajawali Press. (Diakses tanggal 12 Agustus 2016).
- Khomsan, A. 2006. *Sehat dengan Makanan Berkhasiat*. Jakarta : PT Kompas Media Nusantara.
- Kristiani, S., Toekidjo, dan Setyastuti P..2014. Kualitas Benih Tiga Aksesori Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris* L.) pada Tiga Umur Panen. *Vegetalika Vol.3 No.3, 2014 : 63 – 77*.
- Lingga, L. 2012. *The Healing Power of Antioxidant*. Jakarta : Kelompok Gramedia.
- Lustyaningsih. T. 2014. *Uji Kadar Serat, Protein Dan Sifat Organoleptik Pada Tempe Dari Bahan Dasar Kacang Merah (Phaseolus vulgaris L) Dengan Penambahan Jagung Dan Bekatul*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Marcelia, K., dan Martha I.K. 2015. Pengaruh Pemberian Yoghurt Kacang Merah terhadap Kadar Kolesterol Total Pada Wanita Displidemia. *Journal Nutrition College, Volume 4, Nomor 1, Tahun 2015, Halaman 79-88*.
- Marinova, G., and Batchvarov, V. 2011. Evaluation Of The Methods For Determination Of The Free Radical Scavenging Activity By Dpph. *17(1), 11–24*.
- Mayasari, S. 2010. *Kajian Karakteristik Kimia dan Sensoris Sosis Tempe Kedelai Hitam (Glycine Soja) dan Kacang Merah (Phaseolus vulgaris) dengan Bahan Biji Berkulit dan Tanpa Kulit*. Naskah Publikasi. Universitas Sebelas Maret.
- Mujianto. 2013. Analisis Faktor Yang Mempengaruhi Proses Produksi Tempe Produk UMKM di Kabupaten Sidoarjo. *REKA Agroindustri. Media Teknologi dan Manajemen Agroindustri. Vol.I No.1*.
- Mega, M. 2010. Screening Fitokimia dan Aktivitas Antiradikal Bebas Ekstrak Metanol Daun Gaharu (*Grynops verstegii*). *Jurnal Kimia 4 (2).187-192. ISSN 1907-9850*.
- Molyneux, P. 2004. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Journal Science Technology, 26(2), 211-219*.

- Ping, S. P., Shih, S. C., Rong, C. T., and King, W. Q. 2012. *Nutrition & Food Effect of Isoflavone Aglycone Content and Antioxidation Activity in Natto by Various Cultures of Bacillus Subtilis During the Fermentation Period*,2(7).
- Prakash, A., Fred R., and Eugene M.. 2001. Antioxidant Activity. *Medallion Laboratories Analytical Progress. Vol 19 No.2.*
- Pramesti, A. A. 2015. *Pengaruh Pemberian Yoghurt Kacang Merah Terhadap Kadar Trigliserida Pada Wanita Dislipidemia.* 1–25Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro Semarang. (Tidak di publikasikan).
- Pranata, F. S., Eka P.O., dan LM. Ekawati P.. 2001. *Kualitas Dan Aktivitas Antioksidan Minuman Probiotik Dengan Variasi Ekstrak Buah Naga Merah (Hylореceus Polyrhizus).* Program Studi Biologi, Fakultas Teknobiologi, Universitweesdfgghqzas Atma Jaya Yogyakarta.
- Purwoko, T., Suyanto P., dan Indrawati G. 2001. Biotransformasi Isoflavon oleh *Rhizopus oryzae* UICC 524.*BioSMART Vol. 3, No. 2, Oktober 2001, hal. 7-12. ISSN.1411-321X.*
- Purwoko, T. 2004. Kandungan Isoflavon Aglikon pada Tempe Hasil Fermentasi *Rhizopus Microsporus* var. *oligosporus* : Pengaruh Perendaman. *BioSMART Vol. 6, No. 2, Halaman 85-87. ISSN : 1411-321X.*
- Rahma, H,S. 2010. *Karakterisasi Senyawa Bioaktif Isovlavon Dan Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Etanoltempe Berbahan Baku Kedelai Hitam (Glycine soja), Koro Hitam (Lablab purpureus. L.), Dan Koro kratok (Phaseolus lunatus. L.).* Tesis. Program Pascasarjana Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Rukmana, R. 2009. *Budidaya Buncis.* Jakarta : Penerbit Kanisius.(Diakses tanggal 12 Mei 2016).
- Siswoyo, T.A dan Tri A. 2009. Aktivitas dan stabilitas *radical scavenging* l-askorbil palmitat hasil sintesis secara enzimatik. *J. Teknol. dan Industri Pangan, Vol. XX No. 2 Th. 2009.*
- Susanto T, E. Zubaidah , dan S. B. Wijanarko. 1998. *Studi tentang aktivitas antioksidan pada tempe terhadap lama fermentasi jenis pelarut dan ketahanan terhadap proses pemanasan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi.* Yogyakarta 15 Desember 1998.(Diakses tanggal 12 Agustus 2016).
- Sitohang, H., Cut F. Z., dan Juliati, Br. T.. 2008. Aktivitas Antioksidan Senyawa Flavonoid Dari Daun Katuk (*Sauropus androgunus (L) Merr.*). *Jurnal*

Susanto T, E. Zubaidah , dan S. B. Wijanarko. 1998. *Studi tentang aktivitas antioksidan pada tempe terhadap lama fermentasi jenis pelarut dan ketahanan terhadap proses pemanasan. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi*. Yogyakarta 15 Desember 1998. (Diakses tanggal 12 Agustus 2016).

Villares, A., Rostagno, M. A., and Martínez, J. A. 2009. *Content and Profile of Isoflavones in Soy-Based Foods as a Function of the Production Process*.

Widoyo, S. 2010. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Kadar Serat Kasar Dan Aktivitas Antioksidan Tempe Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine* sp.). [Skripsi]. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Winarsi, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Kanisius.

Winarti, S. 2010. *Makanan Fungsional*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

WWW.Tropicos.org (diakses tanggal 17 Mei 2016).

LAMPIRAN

A. Hasil Perhitungan Persentase Aktivitas Antioksidan Kacang Merah dengan Kulit pada λ 517 nm

Waktu	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	% INHIBISI
0	1,080	1,079	1,081	1,080	0,001	83,058
24	0,254	0,251	0,253	0,252	0,001	96,047
48	0,101	0,103	0,104	0,102	0,001	98,400
72	0,524	0,520	0,521	0,521	0,001	91,827

B. Hasil Perhitungan Persentase Aktivitas Antioksidan Kacang Merah Tanpa Kulit pada λ 517 nm

Waktu	U1	U2	U3	Rata-rata	SD	%INHIBISI
0	1,115	1,114	1,116	1,115	0,001	82,509
24	0,159	0,161	0,158	0,159	0,001	97,505
48	0,135	0,136	0,132	0,134	0,002	97,898
72	0,745	0,748	0,746	0,746	0,001	88,239

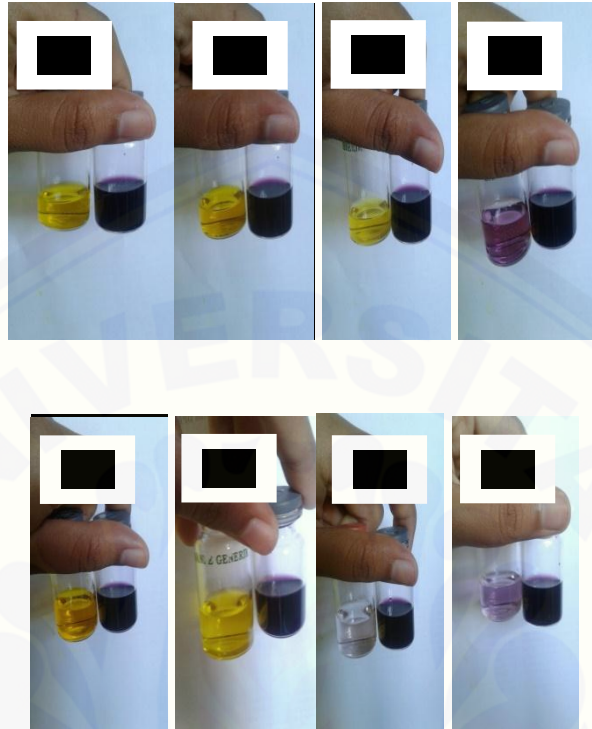
C. Hasil Pengukuran Absorbansi Kontrol (DPPH)

DPPH	
	6,373
	6,376
	6,378
Rata-rata	6,375

D. Hasil Fermentasi Biji Kacang Merah oleh ragi Tempe

Keterangan:

- a.) Biji kacang merah tanpa kulit
- b.) Biji kacang merah dengan kulit
- c.) Tempe kacang merah tanpa kulit
- d.) Tempe kacang merah dengan kulit
- e.) Tepung tempe kacang merah tanpa kulit
- f.) Tepung tempe kacang merah dengan kulit

E. Hasil Uji Ekstrak Etanol Tempe Kacang Merah dengan Larutan DPPH

Keterangan:

- Hasil reaksi larutan DPPH dan larutan sampel 0 jam tanpa kulit
- Hasil reaksi larutan DPPH dan larutan sampel 0 jam dengan kulit
- Hasil reaksi larutan DPPH dan larutan sampel 24 jam tanpa kulit
- Hasil reaksi larutan DPPH dan larutan sampel 24 jam dengan kulit
- Hasil reaksi larutan DPPH dan larutan sampel 48 jam tanpa kulit
- Hasil reaksi larutan DPPH dan larutan sampel 48 jam dengan kulit
- Hasil reaksi larutan DPPH dan larutan sampel 72 jam tanpa kulit
- Hasil reaksi larutan DPPH dan larutan sampel 72 jam dengan kulit