

**PENGARUH WAKTU SIMPAN PASCA PRODUKSI TERHADAP  
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SUSU KEDELAI SERTA  
SUMBANGANYA PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

**SKRIPSI**

**Oleh**

**Fadhillah**

**06091382126068**

**Program Studi Pendidikan Biologi**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TAHUN  
2025**

Universitas Sriwijaya

**LEMBAR PENGESAHAN**

**PENGARUH WAKTU SIMPAN PASCA PRODUKSI TERHADAP  
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN SUSU KEDELAI SERTA SUMBANGANYA  
PADA PEMBELAJARAN BIOLOGI SMA**

**SKRIPSI**

**Oleh :**

**Fadhillah**

**Nim: 05091382126068**

**Program Studi Pendidikan Biologi**

**Menyetujui :**

**Koordinator Program Studi**

**Dosen Pembimbing,**



**Dr. Mgs. M. Tibrani, S.Pd., M.Si**  
**NIP.197904132003121001**

**Drs. Khoiron Nazip, M.Si**  
**NIP. 196404231991021001**

**Mengetahui**  
**Ketua Jurusan Pendidikan MIPA,**



**Dr. Ketang Wiyono, S.Pd., M.Pd**  
**NIP. 197905222005011005**

Universitas Sriwijaya

### SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Fadhillah  
NIM : 06091382126068  
Prodi : Pendidikan Biologi

Menyatakan dengan sungguh-sungguh bahwa skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Simpan Pasca Produksi Susu Kedelai Terhadap Aktivitas Antioksidan Serta Sumbangannya Pada Pembelajaran Biologi SMA” ini adalah benar-benar karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau mengutip dengan cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku sesuai dengan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Indonesia No 17 Tahun 2010 tentang Pencegahan dan Penanggulangan Plagiat di Perguruan Tinggi. Apabila dikemudian hari, ada pelanggaran yang ditemukan dalam skripsi ini atau pengaduan dari pihak lain terhadap keaslian karya ini saya bersedia menanggung sanksi yang diajukan kepada saya.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan sungguh- sungguh tanpa pemaksaan dari pihak manapun.

Palembang, Januari 2025

Yang membuat pernyataan



Fadhillah

06091382126068

## PRAKATA

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan draft skripsi yang berjudul “Pengaruh Waktu Simpan Pasca Produksi terhadap Aktivitas Antioksidan serta Sumbangannya pada Pembelajaran Biologi SMA” dengan baik. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd) pada Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sriwijaya. Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis telah menerima banyak bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, yang sangat berperan dalam terselesaikannya karya ini. Oleh karena itu, peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Hartono, M.A selaku Dekan FKIP Universitas Sriwijaya dan Dr. Ketang Wiyono, M.Pd selaku ketua jurusan Pendidikan MIPA.
2. Dr. Mgs. M.Tibran, M.Si selaku Koordinator Program Studi Pendidikan Biologi yang telah memberikan arahan, saran dan memotivasi kepada penulis selama menempuh Pendidikan di program studi Pendidikan Biologi.
3. Bapak Drs. Khoiron Nazip, M.Si selaku pembimbing yang selalu bersedia untuk membimbing, memberikan arahan, saran serta memberikan masukan kepada penulis dengan penuh kesabaran selama penyusunan skripsi.
4. Ibu Dr. Meilinda, S.Pd., M.Pd selaku *reviewer* penulis yang telah memberikan saran dan masukan kepada penulis dalam perbaikan penulisan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Ermayanti, M.Si selaku Pembimbing Akademik Penulis yang selalu memberikan saran, nasihat dan memotivasi penulis selama menempuh Pendidikan di program studi Pendidikan biologi.
6. Segenap dosen dan admin pada program studi pendidikan biologi yang telah memberikan ilmu, pengalaman, dan nasihat yang bermanfaat selama penulis menyelesaikan Pendidikan di program studi Pendidikan biologi.
7. Kepada laboran Pendidikan biologi kak Novran Kesuma , kak Budi, dan kak Daniel laboran Pendidikan kimia yang telah membantu, memberikan

nasihat, saran dan selalu siap sedia menolong penulis selama perkuliahan dan pengambilan data penelitian di Pendidikan biologi.

8. Orang tua tercinta dan adik-adikku atas segala cinta,doa,dukungan dan pengorbanan tiada henti. Kasih sayang dan semangat yang diberikan sumber kekuatan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman main, Dliya Syahira Eka Martin, Dwi Wahdini, M. Atilla, Abdullah Muqom, dan Rahmad Akbar yang senantiasa dalam menemani penulis mengerjakan skripsi ini dimanapun tempat dalam berbincang, siap menolong dan senantiasa menghibur penulis selama perkuliahan.
10. Teman-teman terdekat Tasya Marsa Sabilla, Fiona Lia Marshanda, dan Kinanti Adara Natasha yang telah senantiasa menjadi teman di setiap suka dan duka selama perkuliahan dan siap untuk dihubungi kapan saja oleh penulis dari awal perkuliahan sampai sekarang.
11. Tiara Putri Damayanti, yang senantiasa siap sedia membantu dikala penulis membutuhkan bantuan serta memberikan motivasi kepada penulis dari awal perkuliahan sampai sekarang.
12. Sahabat seperjuangan Putri Dewi, yang telah menjadi teman di suka dan duka, menjadi pendengar keluh kesah selama perkuliahan,selalu ada untuk memberikan dukungan dan tanpa ragu memberikan bantuan dengan sepenuh hati dari awal perkuliahan sampai sekarang.
13. Teman-teman seperjuangan Pendidikan biologi 2021 yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah kebersamai penulis dalam mendapatkan pengalaman baru dan menambah relasi dan telah memberikan pengalaman yang berharga kepada penulis selama perkuliahan.

Palembang, Januari 2025

Fadhillah

## DAFTAR ISI

<b>SURAT PERNYATAAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>PRAKATA .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>x</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>xi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1. 1    Latar Belakang .....	1
1. 2    Rumusan Masalah .....	3
1. 3    Batasan Masalah .....	3
1. 4    Tujuan Penelitian .....	3
1. 5    Manfaat Penelitian .....	3
1. 6    Hipotesis.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1    Kedelai .....	5
2.2    Susu Kedelai .....	7
2.3    Radikal Bebas .....	8
2.4    Antioksidan .....	10
2.5    Metode DPPH .....	14
2.6    Flipbook .....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>17</b>
3.1    Waktu dan Tempat Penelitian .....	17
3.2    Metodelogi Penelitian .....	17
3.3.1    Alat.....	17
3.3.2    Bahan .....	18
3.4    Langkah Kerja.....	18

3.4.1	Pembuatan Susu Kedelai .....	18
3.4.2	Persiapan Sampel .....	19
3.5	Penentuan Aktivitas Antioksidan .....	20
3.5.1	Pembuatan Larutan DPPH .....	20
3.5.2	Pembuatan larutan blanko .....	20
3.5.3	Optimasi Panjang gelombang DPPH .....	20
3.5.4	Pengujian Aktivitas Antioksidan .....	20
3.5.5	Pengujian Vitamin C Sebagai Kontrol Positif .....	21
3.6	Analisis Data Menghitung Antioksidan .....	21
3.6.1	Analisis Kualitatif .....	21
3.6.2	Analisis Kuantitatif .....	21
3.7	Analisis Media Pembelajaran .....	22
3.7.1	Instrumen Pengumpulan Data Media Pembelajaran .....	23
3.7.2	Validasi Ahli Materi .....	25
3.7.3	Validasi Ahli media .....	26
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>27</b>
4.1	Hasil Penelitian .....	27
4.1.1	Hasil Ekstraksi Kacang Kedelai .....	27
4.1.2	Uji Aktivitas Antioksidan Metode DPPH .....	27
4.2	Hasil Analisis Data Statistik .....	34
4.2.1	Antioksidan .....	34
4.3	Hasil Validasi Flipbook .....	37
4.4	Flipbook dalam Sumbangan Biologi .....	38
4.5	Pembahasan .....	45
4.5	Sumbangan Hasil Penelitian .....	54
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>56</b>
5.1	Kesimpulan .....	56
5.2	Saran .....	56
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>5</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>63</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.</b> Klasifikasi Kedelai .....	6
<b>Tabel 2.</b> Komposisi nutrisi susu kedelai tanpa pemanis per 100 g bahan .....	8
<b>Tabel 3.</b> Tingkatan Kekuatan Antioksidan .....	15
<b>Tabel 4.</b> Skala Likert .....	24
<b>Tabel 5.</b> Kategori Ideal Flipbook .....	25
<b>Tabel 6.</b> Kisi-Kisi Validasi Flipbook untuk Ahli Materi.....	25
<b>Tabel 7.</b> Kisi-kisi Instrument Validitas Flipbook untuk Ahli Media .....	26
<b>Tabel 8.</b> Aktivitas Antioksidan Berdasarkan Waktu Simpan Pasca Produksi Susu Kedelai .....	29
<b>Tabel 9.</b> Hasil Pengukuran Absorbansi Sampel dan Kontrol Negatif .....	30
<b>Tabel 10.</b> Hasil Pengukuran Absorbansi Kontrol Positif .....	31
<b>Tabel 11.</b> Pengaruh Waktu Terhadap Persen Inhibisi Pada Waktu Simpan Pasca Produksi. ....	32
<b>Tabel 12.</b> Persen (%) Inhibisi Vitamin C sebagai kontrol positif.....	32
<b>Tabel 13.</b> Nilai IC50 Aktivitas Antioksidan Susu Kedelai Berdasarkan Waktu Simpan Pasca Produksi, Kategori Antioksidan Menurut (Blois, 1958).....	33
<b>Tabel 14.</b> Hasil Analisis Data Antioksidan Susu Kedelai .....	35
<b>Tabel 15.</b> Uji Post Hoc Metode Duncan Terhadap Waktu Pasca Produksi Susu Kedelai .....	36
<b>Tabel 16.</b> Hasil Validasi Oleh Ahli Media .....	37
<b>Tabel 17.</b> Hasil validasi Materi .....	38
<b>Tabel 18.</b> Revisi Flipbook .....	39
<b>Tabel 19.</b> Absorbansi dan Inhibisi Setiap Sampel Susu Kedelai .....	82
<b>Tabel 20.</b> Absorbansi dan Persen Inhibisi Kontrol Positif Vitamin C .....	83



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.</b> Kedelai ( <i>Glycine max L.</i> ) .....	5
<b>Gambar 2.</b> Beberapa bagian-bagian tumbuhan kedelai .....	7
<b>Gambar 3.</b> Contoh radikal bebas .....	8
<b>Gambar 4.</b> Mekanisme kerja antioksidan secara garis besar .....	12
<b>Gambar 5.</b> Perubahan struktur DPPH.....	14
<b>Gambar 6.</b> Susu Kedelai .....	27
<b>Gambar 7.</b> Panjang Gelombang DPPH .....	28
<b>Gambar 8.</b> Perubahan warna larutan yang telah diinkubasi selama 30 menit. ....	29
<b>Gambar 9.</b> Uji Kontrol Positif Vitamin C (Asam Askorbat).....	29
<b>Gambar 10</b> Diagram Nilai IC50 Pada Sampel dibandingkan dengan Kontrol Positif .....	34
<b>Gambar 11.</b> Reaksi Reduksi Senyawa DPPH dan peredam Antioksidan .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran 1.</b> Flipbook Bioproses Sel.....	64
<b>Lampiran 2.</b> Lembar Validasi Ahli Media Flipbook.....	73
<b>Lampiran 3.</b> Lembar Validasi Ahli Materi.....	75
<b>Lampiran 4.</b> Surat keterangan Bebas Pustaka.....	77
<b>Lampiran 5.</b> Alat dan Bahan Penelitian.....	78
<b>Lampiran 6.</b> Pengukuran Panjang Gelombang DPPH.....	79
<b>Lampiran 7.</b> Pengenceran Susu Kedelai.....	80
<b>Lampiran 8.</b> Hasil Uji Kualitatif Antioksidan.....	81
<b>Lampiran 9.</b> Perhitungan Absorbansi dan Inhibisi.....	82
<b>Lampiran 10.</b> Persamaan regresi linear $y = a + bx$ grafik dan Perhitungan Nilai IC50.....	84
<b>Lampiran 11.</b> Hasil Uji Analisis Data Antioksidan.....	89
<b>Lampiran 12.</b> Usulan Judul Skripsi.....	93
<b>Lampiran 13.</b> Surat SK Pembimbing.....	94
<b>Lampiran 14.</b> Surat Persetujuan Proposal.....	95
<b>Lampiran 15.</b> Surat Izin Penelitian Dekanat.....	96
<b>Lampiran 16.</b> Persetujuan Seminar Hasil.....	97
<b>Lampiran 17.</b> Surat Tugas Validasi.....	98
<b>Lampiran 19.</b> Surat Keterangan Bebas Ruang Baca FKIP.....	99
<b>Lampiran 20.</b> Surat Keterangan Bebas Laboratorium.....	100
<b>Lampiran 21.</b> Lembar Persetujuan Ujian Akhir Program.....	101
<b>Lampiran 22.</b> Hasil Pengecekan Plagiasi Unsri.....	102

**Pengaruh Waktu Simpan Pasca Produksi Susu Kedelai Terhadap Aktivitas  
Antioksidan Susu Kedelai Serta Sumbangannya Pada Materi SMA**

**ABSTRAK**

Penelitian ini dilakukan untuk melihat pengaruh waktu simpan pasca produksi susu kedelai terhadap aktivitas antioksidan. Waktu simpan pasca produksi yang digunakan antara lain, 1,4,7,10 dan 13 jam. Kelima sampel dilakukan pengujian antioksidan dengan metode DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl). Pengamatan dilakukan secara kualitatif dengan mengamati perubahan warna DPPH dari warna ungu menjadi kuning muda dan secara kuantitatif dilakukan dengan cara menghitung nilai absorbansi sampel menggunakan alat Spektrofotometri UV-Vis. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai inhibisi dan  $IC_{50}$  untuk melihat kekuatan aktivitas antioksidan pada susu kedelai. Susu kedelai yang memiliki aktivitas antioksidan paling baik adalah 1 jam dengan nilai  $IC_{50}$  28,1866667  $\mu\text{g/ml}$  tergolong sangat kuat, susu kedelai 4 jam memiliki nilai  $IC_{50}$  37,283737  $\mu\text{g/ml}$  tergolong sedang, susu kedelai 7 jam memiliki nilai  $IC_{50}$  146,954023  $\mu\text{g/ml}$  tergolong sedang, susu kedelai 10 jam memiliki nilai  $IC_{50}$  119,38 tergolong sedang, dan susu kedelai yang memiliki aktivitas antioksidan tidak baik pada 13 jam dengan memiliki nilai  $IC_{50}$  228,900738 tergolong sangat lemah. Aktivitas antioksidan pada susu kedelai akan mengalami penurunan seiring dengan waktu simpan dikarenakan beberapa faktor antara lain waktu simpan, suhu, cahaya, dan penyusun dari bahan tersebut. Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai data dasar dalam aktivitas antioksidan susu kedelai terhadap waktu dan dijadikan sebagai bahan pengayaan pada materi fase F berproses sel dalam bentuk *flipbook*.

**Kata kunci :** *Antioksidan, DPPH, Waktu, Susu Kedelai*

**The Effect of Post-Production Shelf Life of Soy Milk on the Antioxidant Activity of Soy Milk and Its Contribution to High School Material**

**ABSTRACT**

This study was conducted to see the effect of post-production storage time of soy milk on antioxidant activity. The post-production storage times used were 1,4,7,10 and 13 hours. The five samples were tested for antioxidants using the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method. Observations were made qualitatively by observing the change in DPPH color from purple to light yellow and quantitatively by calculating the absorbance value of the sample using a UV-Vis Spectrophotometry tool. Furthermore, the inhibition value and IC<sub>50</sub> were calculated to see the strength of antioxidant activity in soy milk. Soy milk that has the best antioxidant activity is 1 hour with an IC<sub>50</sub> value of 28.1866667 µg/ml classified as very strong, 4-hour soy milk has an IC<sub>50</sub> value of 37.283737 µg/ml classified as moderate, 7-hour soy milk has an IC<sub>50</sub> value of 146.954023 µg/ml classified as moderate, 10-hour soy milk has an IC<sub>50</sub> value of 119.38 classified as moderate, and soy milk that has poor antioxidant activity at 13 hours with an IC<sub>50</sub> value of 228.900738 classified as very weak. Antioxidant activity in soy milk will decrease along with storage time due to several factors including storage time, temperature, light, and the composition of the material. The results of this study can be used as basic data in the antioxidant activity of soy milk against time and used as an enrichment material in the F phase material with cell processes in the form of a flipbook.

**Keywords:** Antioxidants, DPPH, Time, Soy Milk

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1. 1 Latar Belakang**

Radikal bebas memiliki elektron yang tidak berpasangan, membuatnya tidak stabil dan sangat reaktif. Ketidakstabilan ini memungkinkan radikal bebas untuk mengambil elektron dari senyawa lain, seperti DNA, lipid, protein, dan karbohidrat, sehingga tercapai stabilitas. Proses ini dapat menyebabkan kerusakan pada molekul biologis dan berkontribusi terhadap terjadinya stress oksidatif (Phaniendra et al., 2015). Stress oksidatif yang disebabkan oleh radikal bebas dapat mengurangi kapasitas darah dalam membawa oksigen dan memicu apoptosis sel. Jika terpapar stress oksidatif terus menerus akan menyebabkan kondisi patologis seperti gangguan kardiovaskular, serta penyakit degeneratif yang lebih spesifik, yaitu hipertensi, penyakit jantung, dan diabetes melitus (Berawi & Marini, 2018). Untuk melawan efek negative radikal bebas, tubuh memerlukan senyawa antioksidan yang berfungsi sebagai inhibitor untuk menekan proses autooksidasi (Kesuma & Yenrina, 2015).

Antioksidan adalah senyawa yang dapat menangkap atau menetralkan radikal bebas dan mencegah pembentukan reaksi berantai oksidatif berbahaya (Ufrianto et al., 1982). Senyawa ini berperan penting dalam mengurangi dampak stress oksidatif yang disebabkan oleh berbagai faktor, seperti stress, radiasi, paparan sinar UV, serta polusi udara dan lingkungan (Berawi & Marini, 2018). Antioksidan ditemukan di banyak bagian tanaman yang berbeda, termasuk akar, batang, kulit kayu, daun, bunga, buah dan biji (Sumiwi Sri et al., 2011). Salah satu sumber antioksidan alami yang signifikan adalah kacang kedelai (*Glycine max*), yang diketahui mengandung beragam metabolit sekunder, termasuk flavonoid, fenol, tannin, steroid, dan terpenoid (Hasanah Uswatun et al., 2019). Isoflavon yang terdapat pada kedelai berperan sebagai antioksidan alami (Saija et al., 1995). Kacang kedelai dapat dimanfaatkan keberadaan antioksidan alami dengan cara mengelolaknya menjadi suatu produk. Salah satu produk yang telah dikembangkan dari kacang kedelai (*Glycine max*) adalah susu kedelai. Pengolahan susu kedelai dimasyarakat dapat

dikatakan tradisional dalam cara pembuatannya. Susu kedelai pada proses pembuatannya melalui beberapa metode seperti seleksi, pencucian, perendaman, penggilingan atau penghalusan dan penyaringan. Penelitian terdahulu telah menunjukkan bahwa waktu perkecambahan kacang kedelai hitam yang berbeda memiliki efek yang signifikan terhadap aktivitas antioksidan susu kecambah kacang hitam (Pertiwi et al., 2013). Selain itu, penelitian lain menunjukkan bahwa suhu dan lama penyimpanan memengaruhi jumlah bakteri total dalam susu kedelai buatan sendiri (Harlita et al., 2023). Namun, penelitian ini akan berfokus pada apakah aktivitas antioksidan dalam susu kedelai berubah selama waktu simpan pasca produksi.

Berdasarkan hasil wawancara pada penjual susu kedelai dapat disimpulkan bahwa susu kedelai dipasarkan dari pasca produksi dimulai dari pukul 7 pagi hingga 11 siang. Sedangkan menurut Harlita et al., (2023), mengatakan bahwa susu kedelai tidak boleh dikonsumsi jika lebih dari 2 jam pada suhu ruang untuk memenuhi syarat SNI. Oleh karena itu, penting untuk mengetahui kualitas susu kedelai berdasarkan hubungan antara waktu simpan pasca produksi susu kedelai dan aktivitas antioksidannya. Penelitian ini mengeksplorasi rentang waktu simpan susu kedelai pasca produksi, yaitu 1,4,7,10 dan 13 jam. Penelitian ini dilakukan sebagai sumber belajar bagi peserta didik pada pembelajaran biologi di SMA. Kurikulum merdeka pada akhir fase F, peserta didik memiliki kemampuan mendeskripsikan berproses yang terjadi dalam sel. Adapun materi pada fase F yang diajarkan meliputi, transportasi antar membran sel, sintesis protein dan pembelahan sel. Salah satu proses yang terjadi di dalam sel adalah penangkapan radikal bebas yang berpotensi dapat digunakan sebagai pengayaan bagi siswa kelas XI pada materi bioproses. Pemahaman peserta didik mengenai materi bioproses sel perlu diperkaya dengan menambahkan informasi mengenai proses biologis lain yang terjadi di dalam sel, salah satunya adalah penangkapan radikal bebas oleh senyawa antioksidan. Berdasarkan pertimbangan tersebut, maka dari sumbangan hasil penelitian ini berupa flipbook yang berbasis hasil penelitian sebagai sumber belajar pengayaan peserta didik.

## 1. 2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka peneliti merumuskan masalah sebagai berikut :

1. Apakah lama waktu simpan pasca produksi berpengaruh terhadap nilai  $IC_{50}$  pada antioksidan susu kedelai?

## 1. 3 Batasan Masalah

Pada penelitian ini permasalahan dibatasi pada :

1. Kedelai yang digunakan kualitas lokal
2. Pada penelitian ini hanya menguji aktivitas antioksidan pada susu kedelai  
Aktivitas antioksidan dalam bentuk  $IC_{50}$

## 1. 4 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, adapun tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Mengetahui aktivitas antioksidan susu kedelai berdasarkan waktu simpan pasca produksi susu kedelai.

## 1. 5 Manfaat Penelitian

Teoritis

1. Memberikan informasi mengenai daya simpan optimal susu kedelai ditinjau dari aktivitas antioksidan
2. Menjadi sumber referensi untuk penelitian lebih lanjut tentang cara mempertahankan kualitas susu kedelai tanpa mengurangi aktivitas antioksidannya.

Praktis

1. Memberikan pemahaman kepada peserta didik tentang keuntungan susu kedelai sebagai sumber antioksidan
2. Menjadi referensi bagi guru dalam mengajarkan materi mengenai antioksidan dalam bentuk *flipbook* pada pembelajaran Biologi SMA kelas XI, terutama pada materi bioproses.

Bagi Peserta Didik

1. Memberikan pemahaman peserta didik tentang keuntungan susu kedelai sebagai sumber antioksidan.

Bagi Guru

1. Menjadi referensi bagi guru dalam menagajarkan materi mengenai antioksidan dalam bentuk *flipbook digital* pada pembelajaran Biologi SMA kelas XI terutama pada materi berproses.

### **1. 6 Hipotesis**

H<sub>0</sub> : Apakah dengan perbedaan waktu simpan pasca produksi susu kedelai tidak akan mempengaruhi nilai IC<sub>50</sub> pada aktivitas antioksidan susu kedelai.

H<sub>1</sub> : Apakah dengan perbedaan waktu simpan pasca produksi susu kedelai akan mempengaruhi nilai IC<sub>50</sub> pada aktivitas antioksidan susu kedelai.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abdi, A., Aristya, P. D., & Budiarmo, A. S. (2023). Pengembangan Modul Flipbook Digital Berbasis STEM materi Sistem Pencernaan Manusia untuk Meningkatkan Literasi Sains. *LENSA (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 13(1), 57–66. <https://doi.org/10.24929/lensa.v13i1.294>
- Aini, R. N., Gusfarenie, D., & Murtadlo, A. (2022). Media Pembelajaran Flipbook dan Pengaruhnya Terhadap Keaktifan Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 5(2), 97.
- Akbari, A., Jelodar, G., Nazifi, S., & Sajedianfard, J. (2016). An overview of the characteristics and function of vitamin C in various tissues: relying on its antioxidant function. *Zahedan Journal of Research in Medical Sciences*, 1–9. <https://doi.org/10.17795/zjrms-4037>
- Alicia Farma, S., & Syahrastani. (2021). Assay optimization of lactate levels in athletes using nanophotometry methods. *Journal of Physics*, 1–6. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1940/1/012047>
- Andani, T., M, I. Z., Yuliani, H., Azizah, N., & Jenny, R. (2022). Analisis Validasi Media Pembelajaran E-Book Berbasis Flip PDF Profesional Pada Materi Gelombang Bunyi di SMA. *Jurnal Kumparan Fisika*, 4(3), 213–220. <https://doi.org/10.33369/jkf.4.3.213-220>
- Anikan, D. (2014). *Pembuatan Media Pembelajaran Interaktif Berbasis Komputer Melalui Flipbook Sebagai Media Pembelajaran Mandiri Pada Mata Pelajaran Seni Tari Untuk Siswa SMA/MA* [Skripsi]. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Arman, E., Yefrida, Y., & Refinel, R. (2023). Efek Temperatur dan Waktu Terhadap Total Kandungan Antioksidan Dari 5 Jenis Tanaman Herbal dengan Metode Phenanthroline Termodifikasi. *Jurnal Kimia Unand*, 12(2), 27–32. <https://doi.org/10.25077/jku.12.2.27-32.2023>
- Astuti, S. (2008). Isoflavon Kedelai dan Potensinya Sebagai Penangkap Radikal Bebas. *Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian*, 13(2), 126–136. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23960/jtihp.v13i2.126%20-%20136>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. (2016).
- Berawi, K. N., & Marini, D. (2018). Efektivitas Kulit Batang Bakau Minyak (*Rhizopora apiculata*) sebagai Antioksidan. *J Agromedicine* |, 5(1), 412–417.
- Binardi, S. (2014). Pengaruh Pengolahan Tanah dan Pupuk Organik Bokashi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine max L.*) Kultivar Wilis. *Jurnal Istek*, 8(1), 29–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.31933/6ghpyh89>
- Blois, M. (1958). Antioxidant Determinations By The Use Of A Stable Free Radical. *Nature*, 181, 1199–1200. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/1811199a0>
- Castelluccio, C., Paul Bolwell, G., Gerrish, C., & Rice-Evans, C. (1996). Differential distribution of ferulic acid to the major plasma constituents in relation to its potential as an antioxidant. *Biochem. J*, 316, 691–694. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1042/bj3160691>
- Choi, Y. M., Yoon, H., Shin, M. J., Lee, Y., Hur, O. S., Lee, B. C., Ha, B. K., Wang, X., & Desta, K. T. (2021). Metabolite contents and antioxidant activities of soybean (*Glycine max (L.) merrill*) seeds of different seed coat colors. *MDPI Journal*, 10(8), 2–17. <https://doi.org/10.3390/antiox10081210>

- Damayanti, S. S., & Murtini, E. S. (2018). Inovasi Susu Almond Dengan Substitusi Substrat Kecambah Kedelai Sebagai Sumber Protein Nabati. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 6(3), 70–77. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21776/ub.jpa.2018.006.03.8>
- Dehpour, A. A., Ebrahimzadeh, M. A., Fazel, N. S., & Mohammad, N. S. (2009). Antioxidant activity of the methanol extract of *Ferula assafoetida* and its essential oil composition. *Grasas y Aceites*, 60(4), 405–412. <https://doi.org/10.3989/gya.010109>
- Fadhilah, R., Ardhe Gatera, V., & Sulfiani Saula, L. (2022). Uji Kadar Formalin pada Tahu yang di Jual di Kabupaten Karawang dengan Metode Spektrofotometer Visible. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 8(21), 357–369. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7275329>
- Handajani, F. (2019). *Oksidan dan Antioksidan Pada Beberapa Penyakit dan Proses Penuaan* (1st ed.). Zifatama Jawara.
- Harlita, T. D., Azhari, H., & Arimbi, P. R. (2023a). Pengaruh suhu dan lama simpan terhadap angka lempeng total pada susu kedelai home industry. *Sains Medisina*, 1(3), 154–158.
- Harlita, T. D., Azhari, H., & Arimbi, P. R. (2023b). Pengaruh Suhu dan Lama Simpan Terhadap Angka Lempeng Total Pada Susu Kedelai Home Industry. *Sains Medisina*, 1(3), 154–158.
- Hasanah Uswatun, S., W Diki, P., & Sari Nitta, N. (2019). Total flavonoid levels in various varieties of soybean (*Glycine max*) in Indonesia. *Farmako Bahari*, 10(2), 132–138. <https://doi.org/https://doi.org/10.52434/jfb.v10i2.654>
- Hasti, S., & Makbul, R. (2022). Aktivitas Antiradikal DPPH Ekstrak Etanol Kulit Batang (Parkinson ex F.A.Zom) Fosberg. *Jurnal Penelitian Farmasi Indonesia*, 11(2), 23–29. <https://doi.org/https://doi.org/10.51887/jpfi.v11i2.1739>
- Irwinsyah, A. D., Assa, J. R., & Oessoe, Y. Y. E. (2021). Analisis Aktivitas Antioksidan Dengan Metode DPPH Serta Tingkat Penerimaan Kopi Arabika Koya. <https://doi.org/https://doi.org/10.35791/cocos.v6i6.35653>
- Kartika, S., & Febrianti, N. (2023). Pengembangan Flipbook Digital Materi Bioproses Sel SMA Kelas XI Berdasarkan Hasil Uji Aktivitas Antioksidan Gel Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Jurnal Penelitian Sains Dan Pendidikan*, 3(1), 40–51. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23971/jpsp.v3i1.5550>
- Kementan. (2021). *Rencana Strategis (Renstra) Pusat Perpustakaan dan Penyebaran Teknologi Pertanian (PUSTAKA)*.
- Kesuma, S., & Yenrina, R. (2015). *Antioksidan Alami dan Sintetik* (T. Anggraini, Ed.; I). Andalas University Press.
- Khaira, K. (2010). Menangkal Radikal Bebas dengan Antioksidan. *Jurnal Sainstek*, 11(2), 183–187. <https://doi.org/https://dx.doi.org/10.31958/js.v2i2.28>
- Koswara, S., Purba, M., Sulistyorini, D., Aini, A. N., Latifa, Ya. K., Yunita, N. A., Wulandari, R., Riani, D., Lustriane, C., Aminah, S., Lastri, N., & Lestari, P. (2017). *Minuman Sari Kedelai*. Badan Pengawas Obat dan Makanan.
- Kumar, S. (2011). Free radicals and antioxidants: human and food system. *Pelagia Research Library Advances in Applied Science Research*, 2(1), 129–135.
- Lagiman, Suryawati, A., & Widayanto, B. (2022). *Tanaman Kedelai*. LPPM UPN Veteran Yogyakarta.

- Leo, R., & Daulay, A. S. (2022). Penentuan Kadar Vitamin C Pada Minuman Bervitamin Yang Disimpan Pada Berbagai Waktu Dengan Metode Spektrofotometri UV. *Journal of Health and Medical Science*, 1(2).
- Lien Ai Pham-Huy, He, H., & Pham-Huy, C. (2008). Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2), 89–96.
- Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., & Chandra, N. (2010). Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. *Pharmacognosy Reviews*, 4(8), 118–126. <https://doi.org/10.4103/0973-7847.70902>
- Lopez-Alarcon, C., & Denicola, A. (2013). Evaluating the antioxidant capacity of natural products : A review on chemical and cellular-based assays. *ELSEVIER*, 763, 1–10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aca.2012.11.051>
- Luo, H. (2011). *Extraction of Antioxidant Compounds from Olive (Olea europaea) Leaf* [Skripsi]. Massey University, Albany, New Zealand.
- Magdalena, I., Sundari, T., Nurkamilah, S., Ayu Amalia, D., & Muhammadiyah Tangerang, U. (2020). Analisis Bahan Ajar. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2(2), 311–326.
- Maharani, A. I., Riskierdi, F., Febriani, I., Kurnia, K. A., Rahman, N. A. R., Ilahi, N. F., & Farma, S. A. (2021). Prosiding SEMNAS BIO 2021 Peran Antioksidan Alami Berbahan Dasar Pangan Lokal dalam Mencegah Efek Radikal Bebas. *Semnas Bio*, 390–300. <https://doi.org/https://doi.org/10.24036/prosemnasbio/vol1/355>
- Maharani Iga, A., Riskierdi, F., Febriani, I., Kurnia Alsya, K., Rahman Aulia, N., Ilahi Fadila, N., & Farma Alicia, S. (2021). Peran Antioksidan Alami Berbahan Dasar Pangan Lokal dalam Mencegah Efek Radikal Bebas. *Semnas Bio*, 390–399.
- Mailandri Mely. (2012). *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Garcinia kydia Roxb. Dengan Metode DPPH dan Identifikasi Senyawa Kimia Fraksi Yang Aktif* [Skripsi]. Universitas Indonesia.
- Mandal, S., Yadav, S., Yadav, S., & Kumar Nema, R. (2009). Antioxidants: A Review. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 1(1), 102–104.
- Maris, I., & Radiansyah, M. R. (2021). Kajian Pemanfaatan Susu Nabati Sebagai Pengganti Susu Hewani. *Food Scientia : Journal of Food Science and Technology*, 1(2), 103–116. <https://doi.org/10.33830/fsj.v1i2.2064.2021>
- Masrifah, Rahman, N., & Abram, P. H. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun dan Kulit Labu Air (*Lagenaria siceraria* (Molina) Standl.). *J. Akad.Kim*, 6(2).
- Molyneux, P. (2003). The use of the stable radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn Journal of Science and Technology*, 26(2), 211–219.
- Molyneux, P. (2004). The use of the stable radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarinn J.Sci.Technol*, 26(2), 211–219.
- Muhtadi, Hartanto, R. E., & Wikantyasning, erindyah R. (2016). Antioxidant activity of nanoemulsion gel of rambutan Fruit Peel Extracts (*Nephelium lappaceum* L.) using Dpph and FTC Method. *ISETH*, 115–123.
- Muliasari, H., Hanifa, N. I., Hajrin, W., Andanalusia, M., & Hidayati, A. R. (2023). Determination of Antioxidants by DPPH Scavenging Activity of Ashitaba Herb (*Angelica keiskei*) Methanol Extract. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(4), 482–490. <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i4.5686>

- Mu'nisa, A. (2023). *Antioksidan Pada Tanaman dan Peranannya Terhadap Penyakit Degeneratif* (A. Wijaya, Ed.). Brilian Internasional Surabaya.
- Murni, D. (2012). *Isolasi Uji Aktivitas Antioksidan dan Toksisitas Menggunakan Artemia salina leach dari Fraksi Aktif Ekstrak Metanol Daun Asa Tungga* [Skripsi]. Universitas Indonesia.
- Nirmagustina, D. E., & Rani, H. (2013). Pengaruh Jenis Kedelai dan Jumlah Air Terhadap Sifat Fisik, Organoleptik dan Kimia Susu Kedelai. *Jurnal Teknologi Industri Dan Hasil Pertanian*, 18(2), 168–174.
- Pawiroharsono, S. (2013). Bioteknologi Untuk Ketahanan Pangan Kedelai: Aspek Produksi dan Konsumsi. *Jurnal Pangan*, 22(2), 275–285.
- Pertiwi, S. F., Aminah, S., & Nurhidajah. (2013). Aktivitas Antioksidan, Karakteristik Kimia, dan Sifat Organoleptik Susu Kecambah (Glycine Soja) Berdasarkan Variasi Waktu Perkecambahan. *Jurnal Pangan Dan Gizi*, 04(08), 1–8.
- Phaniendra, A., Jestadi, D. B., & Periyasamy, L. (2015). Free Radicals: Properties, Sources, Targets, and Their Implication in Various Diseases. *Indian Journal of Clinical Biochemistry*, 30(1), 11–26. <https://doi.org/10.1007/s12291-014-0446-0>
- Prima, S. (2020). *Pengembangan Sumber Belajar Berupa Flipbook Pada Mata Pelajaran Biologi Untuk Sekolah Lanjutan Atas (SLTA)* [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Sulthan Thaha Saifuddin Jambi.
- Purnama Sari, M., & Sartika Daulay, A. (2022). Penentuan Kadar Vitamin C Pada Minuman Bervitamin Pada Berbagai Suhu Penyimpanan Dengan Metode Spektrofotometri UV. *Journal of Health and Medical Science*, 1(2), 116–124.
- Purwodadi, R. S. S. (2018). Kandungan Kedelai Kaya Manfaat Bagi Tubuh. *RSUD*.
- Rahmawati, Muflihunna, A., & Sarif Muhammad, L. (2015). Analisis Aktivitas Antioksidan Produk Sirup Buah Mengkudu (Morinda citrifolia L.) Dengan Metode DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(2), 97–101. <https://doi.org/https://doi.org/10.33096/jffi.v2i2.177>
- Rangkuti, M. (2024, August). *Manfaat Kedelai Untuk Kesehatan Kulit*. Blog Info Dan Berita.
- Ratnaningsih, N. (2010). Pengembangan Produk Pangan Berbasis Kacang-Kacangan Sebagai Sumber Isoflavon untuk Mencegah Penyakit Degeneratif. *Ptbb*, 113–123.
- Ristanto, R. H., Rusdi, Mahardika, R. D., Darmawan, E., & Ismirawati, N. (2020). Digital Flipbook Imunopedia (DFI) A Development in Immune System e-Learning Media. *International Journal of Interactive Mobile Technologies*, 14(19), 140–162. <https://doi.org/10.3991/ijim.v14i19.16795>
- Rozi, F., Ash Siddiq Nuzul Azhim, M., & Majiding Masyhuri, C. (2023). Analisis Kapasitas Antioksidan Minuman Sumber Vitamin C. *Jurnal Kesehatan Tambusai*, 4(4), 6105–6111.
- Rumagit, H. M., Runtuwene, M. R., & Sudewi, S. (2015). Uji Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Etanol Spons Lamellodysidea herbacea. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 4(3).
- Saija, A., Scalese, M., Lanza, M., Marzullo, D., Bonina, F., & Castelli, F. (1995). Flavonoids as antioxidant agents: Importance of their interaction with biomembranes. *Free Radical Biology and Medicine*, 19(4), 481–486. [https://doi.org/10.1016/0891-5849\(94\)00240-K](https://doi.org/10.1016/0891-5849(94)00240-K)

- Saparina, M., Suratman, D., & Program, A. N. (2020). *KELAYAKAN FLIPBOOK DIGITAL SEBAGAI MEDIA PEMBELAJARAN PADA MATERI LINGKARAN DI KELAS VIII SMP*. <https://doi.org/https://doi.org/10.26418/jppk.v9i9.42466>
- Sari, W. N., & Ahmad, M. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Flipbook Digital di Sekolah Dasar. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(5), 2819–2826. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v3i5.1012>
- Sekarini, G. A. (2011). *Kajian Penambahan Gula dan Suhu Penyajian Terhadap Kadar Total Fenol, Kadar Tanin (Katekin) dan Aktivitas Antioksidan pada Minuman Teh Hijau (Camellia sinensis L.)*. [Skripsi]. Universitas Sebelas Maret.
- Silfia, S. (2023). *Pengembangan Media Pembelajaran Flipbook Digital* [Skripsi]. Universitas Negeri Syarif Hidayatullah.
- Simiati, I. M. (2012). *Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Garcinia lateriflora Blume var. javanica Boerl. Dengan Metode DPPH dan Identifikasi Senyawa Kimia dari Fraksi yang Aktif* [Skripsi]. Universitas Sriwijaya.
- Sirivibulkovit, K., Nouanthavong, S., & Sameenoi, Y. (2018). Paper-based DPPH assay for antioxidant activity analysis. *Analytical Sciences*, 34(7), 795–800. <https://doi.org/10.2116/analsci.18P014>
- Sorga, S., Darus, HM. M., & Ayu, S. F. (2013). Analisis Komparasi Nilai Tambah Dalam Berbagai Produk Olahan Kedelai Pada Industri Rumah Tangga Di Kota Medan. *Journal of Agriculture and Agribusiness Socioeconomics*, 1–15.
- Sumiwi Sri, A., Subarnas, A., Supriyatna, & A, M. (2011). Aktivitas Antioksidan Minyak Atsiridan Ekstrak Etanol Kulit Batang Sintok (pikrihidrail(DH)). *J. Appl. Sci*, 1(1), 1–7.
- Syafrida, M., Darmanti, S., & Izzati, M. (2018). *Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Kadar Air, Kadar Flavonoid dan Aktivitas Antioksidan Daun dan Umbi Rumput Teki (Cyperus rotundus L.)* Mulia Syafrida, Sri Darmanti dan Munifatul Izzati. 20(1), 44–50.
- Tri Bahtiar, E. (2015). *Penulisan Bahan Ajar*. 1–11. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.1441.6083>
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana Tegar, B., & Jonathan Gabriel, J. (2016a). *Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (Mimusops elengi L.)*. 1–7.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana Tegar, B., & Jonathan Gabriel, J. (2016b). *Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (Mimusops elengi L.)*. *Jurnal Upnyk*, 1–7.
- Ufrianto, Tamrin, & Faradilla, R. F. (1982). Pemanfaatan Bahan-bahan Alami yang Memiliki Aktivitas Antioksidan: Studi Kepustakaan. *J. Sains Dan Teknologi Pangan*, 4(1), 1984–1991.
- USDA. (2016). *Glycine max (L.) Merr.* USDA Plants Database.
- USDA. (2021, October 28). *Soy milk, unsweetened, plain, shelf stable*. U.S. Departement Of Agriculture.
- Waraulia, A. M. (2020). *Bahan Ajar Teori dan Procedur Penyusunan* (D. Puspitasari, Ed.). UNIPMA Press.
- Wilujeng, D. T., & Anggarani, M. A. (2021). Determination of total phenolic, total flavonoids, and antioxidant activity of single bulb garlic extract (*Allium sativum L.*). *UNESA Journal of Chemistry*, 10(3).

- Wilujeng, I., & Mulyaningsih, S. (2013). Pengembangan Media E-Book Interaktif Melalui Strategi Mind Mapping Pada Materi Pokok Listrik Dinamis Untuk SMA Kelas X. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 02(02), 55–61.
- Winarsi, H., Purwanto, A., & Dwiyantri, H. (2019). Kandungan Protein dan Isoflavon pada Kedelai dan Kecambah Kedelai. *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 15(2), 181–187.
- Wulansari, I. D., Admadi, B., & Mulyani, S. (2020). The effect of temperature storage on antioxidant damage tamarind leaves extract (*Tamarindus indica* L.). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(4), 544–550.
- Yoyok. (2017, May 31). *Spektrofotometri Sinar Tampak (Visible)*. Universitas Jember.
- Zainol, M., Hamid, A., Bakar, A., & Dek pak, S. (2009). *Effect of different drying methods on the degradation of selected flavonoids in Centella asiatica*. 16, 531–537.