

**PENGARUH CEKAMAN SUHU TERHADAP KADAR KLOOROFIL DAN  
AKTIVITAS ANTIOKSIDAN *MICROGREEN* PEPAYA (*Carica papaya* L.)  
KULTIVAR CALLINA**

**SKRIPSI**

**Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Mendapatkan Gelar Sarjana  
Sains di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Sriwijaya**

**Oleh :  
Faradibah  
08041282025042**



**JURUSAN BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
TAHUN 2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengaruh Cekaman Suhu Terhadap Kadar  
Klorofil dan Aktivitas Antioksidan *Microgreen*  
Pepaya (*Carica papaya* L.) Kultivar Callina

Nama Mahasiswa : Faradibah

NIM : 08041282025042


Jurusan : Biologi

Teisah disetujui untuk disidangkan pada tanggal 22 November 2024

Indralaya, November 2024

Pembimbing

1. Singgih Tri Wardana, S.Si., M.Si.  
NIP. 197109111999031004

()

## HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pengaruh Cekaman Suhu Terhadap Kadar Klorofil dan Aktivitas Antioksidan *Microgreen* Pepaya (*Carica papaya* L.) Kultivar Callina

Nama Mahasiswa : Faradibah

NIM : 08041282025042

Jurusan : Biologi

Telah dipertahankan dihadapan Pembimbing dan Pembahas Sidang Sarjana Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada Tanggal 22 November 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai dengan yang diberikan.

Indralaya, 25 November 2024

Pembimbing :

1. Singgih Tri Wardana, S.Si., M.Si.  
NIP. 197109111999031004

(.....)

Penguji :

1. Drs. Juswardi, M.Si  
NIP. 196309241990021001

(.....)

2. Dra. Harmida, M.Si.  
NIP. 196704171994012001

(.....)

Mengetahui,  
Plt. Ketua Jurusan Biologi  
Wakil Dekan Bidang Akademik



Prof. Dr. Hasanudin, M.Si.  
NIP. 197205151997021003

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Faradibah  
NIM : 08041282025042  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/  
Biologi

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan Strata Satu (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua Informasi yang dimuat dalam skripsi ini yang berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.



Indralaya, November 2024



Faradibah  
NIM. 08041282025042

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Faradibah  
NIM : 08041282025042  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/  
Biologi  
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “Hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Pengaruh Cekaman Suhu Terhadap Kadar Klorofil dan Aktivitas Antioksidan *Microgreen* Pepaya (*Carica papaya* L.) Kultivar Callina

Dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (data base), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, November 2024



Faradibah  
NIM. 08041282025042

## **HALAMAN PERSEMBAHAN**

**“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum sebelum mereka mengubah keadaan diri mereka sendiri.”**

**(QS. Ar-Ra’d: 11)**

**“Berdoalah kepada-Ku, niscaya akan Kuperkenankan bagimu...”**

**(QS. Ghafir: 60)**

**“Kemudian apabila engkau telah membulatkan tekad, maka bertawakallah kepada Allah. Sesungguhnya Allah menyukai orang-orang yang bertawakal.”**

**(QS. Ali Imran: 159).”**

**Karya Ilmiah ini saya persembahkan untuk :**

- **Allah SWT dan Para Rasul**
- **Kedua orang tua**
- **Adik serta seluruh keluarga besar**
- **Sahabat, Orang terdekat, serta teman-teman seperjuanganku**
- **Almamaterku**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya skripsi ini dapat diselesaikan, serta shalawat selalu tercurahkan kepada baginda Nabi Muhammad SAW. Skripsi dengan judul “**Pengaruh Cekaman Suhu Terhadap Kadar Klorofil dan Aktivitas Antioksidan *Microgreen* Pepaya (*Carica papaya* L.) Kultivar *Callina***” disusun untuk memenuhi syarat gelar sarjana sains Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya dihaturkan terkhusus kepada kedua orang tua Bapak Arafik, S.Pd. dan Ibunda Maisaroh yang selalu membantu dan mendo‘akan penulis. Terima kasih dihaturkan kepada Bapak Singgih Tri Wardana, S.Si., M.Si. yang selalu memberikan bimbingan, saran, dukungan semangat, ilmu hingga waktunya dengan sabar dan ikhlas selama ini. Terima kasih juga dihaturkan kepada :

1. Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Hasanudin, M.Si. Wakil Dekan Bidang Akdemik selaku Plt. Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Drs. Enggar Patriono, M.Si., selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan arahan dan bimbingannya selama perkuliahan.
4. Drs. Juswardi, M.Si. dan Dra. Harmida, M.Si., selaku dosen pembahas yang telah memberikan banyak saran dalam proses penyelesaian skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan staff karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Semoga skripsi ini dapat berguna untuk berbagai pihak khususnya penulis.

Indralaya, November 2024

Penulis

# **Pengaruh Cekaman Suhu Terhadap Kadar Klorofil dan Aktivitas Antioksidan *Microgreen* Pepaya (*Carica papaya* L.) Kultivar Callina**

Faradibah  
NIM 08041282025042

## **RINGKASAN**

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh cekaman suhu terhadap kadar klorofil dan aktivitas antioksidan pada *microgreen* pepaya (*Carica papaya* L.) kultivar callina. *Microgreen* pepaya diketahui memiliki kandungan nutrisi dan senyawa bioaktif yang tinggi, sehingga potensial sebagai sumber pangan fungsional. Elisitasi suhu diaplikasikan dengan tiga perlakuan suhu: kontrol (28°C), suhu rendah (4°C), dan suhu tinggi (40°C) selama 1 jam.

Hasil analisis spektrofotometri menunjukkan bahwa cekaman suhu rendah (4°C) meningkatkan kadar klorofil total secara signifikan dibandingkan perlakuan suhu tinggi dan kontrol, dengan kandungan klorofil a, klorofil b, dan total klorofil yang lebih tinggi yaitu 59,91 µg/ml. Sebaliknya, cekaman suhu tinggi (40°C) menurunkan kadar total klorofil yaitu 17,21 µg/ml, tetapi tidak berbeda nyata dengan kadar klorofil perlakuan suhu kontrol (28°C) yaitu 29,68 µg/ml. Aktivitas antioksidan diuji menggunakan metode DPPH, dengan hasil menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan sangat kuat pada suhu kontrol (IC<sub>50</sub> = 7 µg/ml) namun melemah pada cekaman suhu rendah dan suhu tinggi (IC<sub>50</sub> = 181 µg/ml dan 265 µg/ml). Penurunan ini diduga karena penggunaan antioksidan dalam menetralkan radikal bebas yang dihasilkan selama cekaman suhu. Penelitian ini disimpulkan bahwa cekaman suhu rendah 4°C berpengaruh terhadap kadar total klorofil *microgreen* papaya kultivar callina, sedangkan cekaman suhu tinggi 40°C tidak berpengaruh terhadap kadar total klorofil *microgreen* papaya kultivar callina. Cekaman suhu rendah 4°C dan suhu tinggi 40°C memengaruhi aktivitas antioksidan ekstrak *microgreen* papaya kultivar callina.

**Kata Kunci** : Cekaman Suhu, Kadar Klorofil, Aktivitas Antioksidan, *Microgreen* Pepaya (*Carica papaya* L.) Kultivar Callina.



# **The Effect of Temperature Stress on Chlorophyll Content and Antioxidant Activity of Papaya Microgreens (*Carica papaya* L.) Cultivar Callina**

Faradibah  
NIM 08041282025042

## **SUMMARY**

This study aims to evaluate the effect of temperature stress on chlorophyll content and antioxidant activity in papaya microgreens (*Carica papaya* L.), cultivar callina. Papaya microgreens are known for their high nutrient content and bioactive compounds, making them a potential source of functional food. Temperature elicitation was applied with three temperature treatments: control (28°C), low temperature (4°C), and high temperature (40°C) for 1 hour.

Spectrophotometric analysis showed that low-temperature stress (4°C) significantly increased total chlorophyll content compared to high-temperature and control treatments, with higher chlorophyll a, chlorophyll b, and total chlorophyll content at 59.91 µg/ml. Conversely, high-temperature stress (40°C) decreased total chlorophyll content to 17.21 µg/ml, although there was no significant difference with the chlorophyll content in the control treatment (28°C) at 29.68 µg/ml. Antioxidant activity was tested using the DPPH method, with results indicating very strong antioxidant activity at the control temperature (IC<sub>50</sub> = 7 µg/ml), which weakened under low and high-temperature stress (IC<sub>50</sub> = 181 µg/ml and 265 µg/ml, respectively). This decrease is likely due to the consumption of antioxidants to neutralize free radicals generated during temperature stress. The study concludes that low-temperature stress (4°C) influences total chlorophyll content in papaya microgreens cultivar callina, while high-temperature stress (40°C) has no effect on total chlorophyll content. However, both low (4°C) and high (40°C) temperature stress affect antioxidant activity in microgreen extract of papaya cultivar callina.

**Keyword** : Temperature Stress, Chlorophyll Content, Antioxidant Activity, Papaya Microgreen (*Carica papaya* L.) Cultivar Callina.

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN.....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>vii</b>
<b>RINGKASAN.....</b>	<b>viii</b>
<b>SUMMARY.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	4
1.3. Tujuan.....	5
1.4. Manfaat.....	5
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Pepaya ( <i>Carica papaya</i> L.) .....	6
2.2. <i>Microgreens</i> .....	9
2.2.1. Media Tanam <i>Microgreens</i> .....	11
2.2.2. Variasi Nilai Gizi dan Kandungan Fitokimia Menurut Tahap Pertumbuhan Tanaman.....	12
2.3. Biosintesis Metabolit Sekunder Tumbuhan sebagai Respon terhadap Kondisi Stres .....	13
2.4. Elisitasi dan Elisitor .....	14
2.4.1. Klasifikasi Elisitor.....	14
2.4.2. Mekanisme Elisitasi yang Memicu Produksi Metabolit Sekunder.....	16
2.5. Klorofil .....	17
2.6. Antioksidan .....	19
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1. Waktu dan Tempat .....	21
3.2. Alat dan Bahan .....	21
3.3. Rancangan Penelitian .....	21

3.4.	Cara Kerja.....	22
3.4.1.	Penyemaian Biji Pepaya .....	22
3.4.2.	Penerapan Cekaman Suhu .....	22
3.4.3.	Analisis Kadar Klorofil .....	23
3.4.4.	Uji Aktivitas Antioksidan .....	23
3.5.	Analisis Data .....	26
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>		
4.1.	Pengaruh Cekaman Suhu Terhadap Kadar Klorofil <i>Microgreen</i> Pepaya .....	27
4.2.	Aktivitas Antioksidan <i>Microgreen</i> Pepaya dengan Perlakuan Cekaman Suhu.....	33
<b>BAB 5 PENUTUP</b>		
5.1.	Kesimpulan.....	36
5.2.	Saran.....	36
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>38</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>		<b>48</b>
<b>DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....</b>		<b>54</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1. Pengaruh Cekaman Suhu Terhadap Kadar Klorofil <i>Microgreen</i> Pepaya Cultivar Callina .....	27
4.2. Aktivitas Antioksidan <i>Microgreen</i> Pepaya ( <i>Carica papaya</i> L.) Kultivar Callina Dibawah Cekaman Suhu .....	33

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Morfologi Pepaya ( <i>Carica papaya</i> L.).....	6
2.2. Perbedaan <i>microgreens</i> dan kecambah kacang tanah berdasarkan usia panen. Masa perkecambahan <i>microgreens</i> dan kecambah bervariasi tergantung varietas tanaman.....	10
2.3. Representasi skematis dari kemungkinan respons sel terhadap elisitasi.....	17

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>LAMPIRAN 1. GAMBAR</b>	<b>Halaman</b>
L.1. Penanaman sampel dan perlakuan cekaman.....	49
L.2. Proses pengukuran kadar klorofil dengan metode <i>Spektrofotometri UV-Vis</i> .....	50
L.3. Proses preparasi simplisia dan pembuatan ekstrak.....	50
L.4. Proses pengukuran aktivitas antioksidan sampel perlakuan kontrol (A), sampel perlakuan cekaman suhu rendah (B), sampel perlakuan cekaman suhu tinggi (C) dengan metode DPPH.....	52
L.5. Hasil pengukuran dengan <i>Spektrofotometri UV-Vis</i> .....	52

<b>LAMPIRAN 2. TABEL</b>	
L.1. Hasil Uji DMRT : (A) Kadar klorofil a, (B) Kadar klorofil b .....	53

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman buah berupa herba berasal dari Amerika tropis dan telah tersebar luas di daerah tropik dan subtropik di seluruh dunia (Gunawan, 2018). Indonesia yang merupakan salah satu daerah tropik hampir di seluruh daerahnya terdapat tanaman pepaya. Salah satu kultivar unggul pepaya di Indonesia yakni Pepaya Callina (IPB-9) yang lebih dikenal dengan nama Pepaya California (Agustin *et al.*, 2019). Pepaya (*Carica papaya* L.) kaya akan senyawa bioaktif dari setiap bagian tanaman, mulai dari akar, daun, bunga, buah dan bijinya memiliki khasiat obat, sehingga dianggap produk nutrasetikal (Aravind *et al.*, 2013). Nutrasetikal merupakan zat makanan atau bagian dari makanan yang memiliki manfaat medis atau kesehatan termasuk pengobatan dan pencegahan penyakit (Palthur *et al.*, 2010).

Selama ini masyarakat memanfaatkan daun, bunga dan buah pepaya (*Carica papaya* L.) sebagai sayuran dan buah konsumsi (Sujiprihati dan Suketi, 2009). Daun pepaya terbukti mengandung senyawa kimia dari golongan alkaloid, flavonoid, tanin, steroid, saponin dan fenolik yang dapat berperan sebagai antibakteri (Nugraha dan Leliqia, 2023). Bunga pepaya yang biasanya dikonsumsi sebagai sayuran, mengandung berbagai kelompok senyawa bioaktif seperti fenolik, flavonoid, tanin, saponin, terpenoid, dan glikosida yang diketahui memiliki aktivitas antioksidan, antikanker, antibakteri, antijamur, antidiabetik, dan inhibitor tirosinase (Chandra, 2022). Selanjutnya bagian yang paling umum dikonsumsi dari

tanaman pepaya yakni buahnya. Berdasarkan analisis fitokimia, buah pepaya mengandung senyawa yang kaya akan antioksidan diantaranya vitamin C, polifenol, flavonoid dan steroid (Yuliastuti *et al.*, 2019).

Selain daun, bunga, dan buah, biji pepaya juga kaya akan protein, serat, asam oleat, lemak, alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, antrakuinon, dan *benzyl isothiocyanate* (Dotto dan Abihudi, 2020). Pemanfaatan biji pepaya dalam bentuk kecambah dan *microgreens* berpotensi sebagai sumber baru makanan fungsional dan nutrasetikal. Menurut Galieni *et al.* (2020), kecambah dan *microgreens* mengandung nutrisi dan senyawa bioaktif lebih tinggi dibandingkan pada biji dan bagian lain dari tanaman dewasa.

*Microgreens* merupakan sayuran yang terdiri dari hipokotil serta daun kotiledon yang berkembang sempurna dengan atau tanpa daun sejati pertama. *Microgreens* umumnya dipanen pada masa 7-21 hari setelah perkecambahan (Treadwell *et al.*, 2020). *Microgreens* merupakan sumber pangan fungsional yang terus berkembang. *Microgreens* dikembangkan dari berbagai tanaman pangan komersial, seperti sayuran, rempah-rempah, herbal, dan biji-bijian (Treadwell *et al.*, 2020; Bhaswant *et al.*, 2023). *Microgreens* kaya akan sumber nutrisi dan senyawa bioaktif, seperti vitamin, mineral, karotenoid, dan senyawa fenolik. Banyak penelitian yang telah menunjukkan kualitas nutrisi pada *microgreens* lebih tinggi dibandingkan dengan tanaman dewasa (Zhang *et al.*, 2021).

Salah satu upaya untuk meningkatkan kandungan senyawa bioaktif pada suatu tanaman adalah dengan menggunakan metode elisitasi. Elisitasi merupakan metode untuk menginduksi perubahan fisiologis dan merangsang respon



pertahanan yang disebabkan cekaman pada tanaman. Perlakuan elisitor memicu sintesis senyawa fitokimia dalam buah, sayur, dan herba. Tekanan elisitasi jangka pendek yang terkendali, selama periode pra-panen dan pasca-panen, dapat digunakan sebagai metode untuk meningkatkan kandungan nutrasetikal pada tanaman (Baenas *et al.*, 2014).

Elisitor dibagi menjadi dua jenis berdasarkan sifatnya, yaitu biotik dan abiotik. Elisitor biotik dapat berupa organisme patogen, sedangkan elisitor abiotik terdiri dari zat-zat yang berasal dari non-biologis dan dikelompokkan ke dalam faktor fisik, kimia, dan hormonal (Naik dan Al-Khayri, 2016). Elisitor fisik adalah agen eksternal yang diterapkan di bawah kendali dalam bentuk kerusakan fisik, yang dapat dihasilkan oleh luka, komposisi gas, suhu, kelembaban, salinitas, osmolaritas, atau pencahayaan (Artés-Hernández *et al.*, 2022).

Suhu merupakan salah satu elisitor abiotik yang dapat memicu cekaman pada tanaman (Fitria *et al.*, 2018). Suhu dapat mengubah hasil, kualitas dan kandungan fitokimia pada tanaman. Hasil penelitian Šamec *et al.* (2022), menunjukkan bahwa cekaman suhu rendah  $-8^{\circ}\text{C}$  berselang selama satu jam, secara signifikan meningkatkan kandungan total asam fenolat dan glukosinolat pada kecambah kubis keriting atau kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*), namun disisi lain juga terjadi penurunan kinerja fotosintesis yang diindikasikan dengan penurunan kadar klorofil a, klorofil b, total klorofil, dan karotenoid. Seperti yang dijelaskan oleh Yang *et al.* (2021), bahwa suhu rendah mempengaruhi gen yang berhubungan dengan sintesis pigmen penyerap cahaya pada proses fotosintesis.

Menurut Markovic *et al.* (2016), klorofil dan karotenoid merupakan pigmen yang sangat berperan dalam penyerapan sinar matahari pada proses fotosintesis.

Penelitian pengaruh cekaman suhu terhadap kandungan metabolit sekunder pada kecambah, juga telah dilakukan oleh Swieca *et al.* (2014), hasil dari penelitian tersebut, pada cekaman selama satu jam dengan suhu rendah 4°C dapat meningkatkan total fenol sebanyak 8,5% dan peningkatan total fenol sebesar 18,7% pada cekaman suhu tinggi 40°C pada kecambah lentil (*Lens culinaris*). Penelitian perlakuan suhu rendah dilakukan pula oleh Kim *et al.* (2022) dengan penerapan suhu <4°C selama 4 hari yang efektif meningkatkan kandungan total senyawa polifenol dan total flavonoid serta kapasitas antioksidan pada kecambah gandum (*Triticum aestivum*).

Penelitian pengaruh cekaman abiotik terhadap senyawa bioaktif selama ini terbatas pada kecambah (*sprouts*), sedangkan informasi dan referensi penelitian pengaruh cekaman abiotik terhadap kandungan klorofil dan aktivitas antioksidan pada *microgreens* masih sangat terbatas. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian penerapan elisitasi cekaman suhu terhadap kadar klorofil dan aktivitas antioksidan pada *microgreen* pepaya (*Carica papaya* L.) kultivar callina.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pemanfaatan *microgreen* pepaya (*Carica papaya* L.) kultivar callina perlu dikembangkan sebagai alternatif produksi sayuran yang kaya nutrisi dan antioksidan. Penggunaan elisitasi dapat menjadi metode untuk meningkatkan kandungan antioksidan pada *microgreen*. Salah satu elisitor pada metode elisitasi adalah suhu. Bagaimanakah pengaruh cekaman suhu rendah dan suhu tinggi

terhadap kadar klorofil dan aktivitas antioksidan pada *microgreen* pepaya (*Carica papaya* L.) kultivar callina.

### **1.3 Tujuan**

Tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh cekaman suhu rendah dan cekaman suhu tinggi terhadap kadar klorofil dan aktivitas antioksidan pada *microgreen* pepaya (*Carica papaya* L.) kultivar callina.

### **1.4 Manfaat**

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini ialah sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan informasi pengaruh penerapan cekaman suhu rendah dan suhu tinggi terhadap kadar klorofil dan aktivitas antioksidan pada *microgreen* pepaya (*Carica papaya* L.) kultivar callina.
2. Dapat dijadikan metode untuk meningkatkan kandungan antioksidan *microgreen* pepaya (*Carica papaya* L.) kultivar callina.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, T., Suyudi, dan Nuraman, H. (2019). Kinerja Kelembagaan Agribisnis Pepaya California. *Jurnal Agristan*. 1(2): 106-116.
- Ajiningrum, P. S. (2018). Kadar Total Pigmen Klorofil Tanaman *Avicennia marina* Pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Stigma*. 11(2): 52-59.
- Amilah, S. A. (2012). Penggunaan Berbagai Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea* varitalica) dan Baby Kailan (*Brassica oleracea* var. Alboglabra baley). *Wahana*. 59(2): 10-16. DOI: <https://doi.org/10.36456/wahana.v59i2.1216>.
- Angelova, Z., Georgiev, S., and Roos, W. (2006). Elicitation of Plants. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*. 20(2): 72-83. DOI: <https://doi.org/10.1080/13102818.2006.10817345>.
- Aravind, G., Debjit, B., Duraivel, S., and Harish, G. (2013). Traditional and Medicinal Uses of *Carica papaya*. *Journal of Medicinal Plants Studies*. 1(1): 7-15.
- Arnon, D. I. (1949). Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology*, 24(1), 1–15. DOI: <https://doi.org/10.1104/pp.24.1>.
- Artés-Hernández, F., Castillejo, N., and Martínez-Zamora, L. (2022). UV and Visible Spectrum LED Lighting as Abiotic Elicitors of Bioactive Compounds in Sprouts, Microgreens, and Baby Leaves—A Comprehensive Review including Their Mode of Action. *Foods*. 11(3): 1-23. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11030265>.
- Azami, M. A., Asghari-Aruq, M., Hassanpouraghdam, M. B., Ercisli, S., Baron, M., and Sochor, J. (2021). Low Temperature Stress Mediates the Antioxidants Pool and Chlorophyll Fluorescence in *Vitis vinifera* L. Cultivars. *Plants*. 10(9): 1877. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants10091877>.
- Baenas, N., García-Viguera, C., and Moreno, D. A. (2014). Elicitation: A Tool for Enriching the Bioactive Composition of Foods. *Molecules*. 19(9): 13541-13563. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules190913541>.
- Bhaswant, M., Shanmugam, D. K., Miyazawa, T., Abe, C., and Miyazawa, T. (2023). Microgreens—A Comprehensive Review of Bioactive Molecules and Health Benefits. *Molecules*. 28(2): 867. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules28020867>.
- Boston, R. S., Viitanen, P. V., and Vierling, E. (1996). Molecular Chaperones And Protein Folding In Plants. *Plant. Mol. Biol.* 32(2): 191-222. DOI: [10.1007/BF00039383](https://doi.org/10.1007/BF00039383)

- Butkute, B., Taujenis, L., and Norkevicien, E. (2019). Small-Seeded Legumes as a Novel Food Source. Variation of Nutritional, Mineral and Phytochemical Profiles in the Chain: Raw Seeds-Sprouted Seeds-Microgreens. *Molecules*. 24(1): 1-18. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules24010133>.
- Camejo, D., Jiménez, A., Alarcón, J. J., Torres, W., Gómez, J. M., Sevilla, F. (2006) Changes in Photosynthetic Parameters and Antioxidant Activities Following Heat-Shock Treatment in Tomato Plants. *Funct Plant Biol*. 33(2): 177-187. DOI: <https://doi.org/10.1071/FP05067>.
- Chaki, M., Begara-Morales, J. C., and Barroso, J. B. (2020). Oxidative Stress in Plants. *Antioxidant*. 9(6): 481. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9060481>.
- Chandra, Misael. (2022). Kajian Kandungan dan Aktivitas Biologis Senyawa Bioaktif Bunga Pepaya (*Carica papaya* L.). *Skripsi*. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Chan-Schaminet, K. Y., Baniwal, S. K., Bublak, D., and Nover, L. (2009). Specific Interaction between Tomato HsfA1 and HsfA2 Creates Hetero-oligomeric Superactivator Complexes for Synergistic. *Molecular Basis of Cell and Developmental Biology*. 284(31): 20848-20857.
- Chinnusamy, V., Zhu, J., and Zhu, J. K. (2007). Cold Stress Regulation Of Gene Expression In Plants. *Trends in Plant Science*. 12(10): 444-451.
- Cronquist, Arthur. (1981). *An Integrated System of Clasification Of Flowering Plants*. New York : Columbia University Press.
- Dey, S., and Chakraborty, A. P. (2021) Microgreens: Food For The Future. *Science Reporter*. 1(1): 44-46.
- Dotto, J. M., and Abihudi, S. A. 2021. Nutraceutical Value Of *Carica papaya* : A Review. *Scientific African*. 13(1): 1-15. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00933>.
- Driesen, E., Ende, W. V. D., Proft, M. D., and Saeys, W. (2020). Influence of Environmental Factors Light, CO<sub>2</sub>, Temperature, and Relative Humidity on Stomatal Opening and Development: A Review. *Agronomy*. 10(12): 1975. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10121975>.
- Ebert, A.W. (2022). Sprouts and Microgreens—Novel Food Sources for Healthy Diets. *Plants*. 11 (4). 1-35. DOI: <https://doi.org/10.3390/plants11040571>.
- Febjislami, S., Suketi, K., dan Yuniarti, R. (2018). Karakterisasi Morfologi Bunga, Buah, dan Kualitas Buah Tiga Genotipe Pepaya Hibrida. *Bul. Agrohorti*. 6(1): 112-119.
- Fitria, M. W., Putri, W. D. R., dan Maligan, J. M. (2018). Peran Kejut Listrik dan Temperatur sebagai Elisitor dalam Meningkatkan Kandungan Senyawa

- Bioaktif dan Aktivitas Antioksidan Pada Kedelai (*Glycine max*): Kajian Pustaka. *Jurnal Pangandan Agroindustri*. 6(4): 18-25.
- Masuda, T., dan Fujita, Y. (2008). Regulation And Evolution Of Chlorophyll Metabolism. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 7(10): 1131-1149.
- Fransisco, M., Velasco, P., Moreno, D. A., Garcia-Viguera, C., and Cartea, M. E. (2010). Cooking Methods of *Brassica rapa* Affect the Preservation of Glucosinolates, Phenolics and Vitamin C. *Food Research International*. 43(5): 1455-1463. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.04.024>.
- Fu, T. J., Singh, G., and Curtis, W. R. (2012). *Plant Cell and Tissue Culture for the Production of Food Ingredients*. Berlin : Springer Science and Business Media.
- Gai, W-X., Ma, X., Li, Y., Xiao, J-J., Khan, A., Li, Q-H., and Gong, Z-H. (2020). CaHsfA1d Improves Plant Thermotolerance via Regulating the Expression of Stress- and Antioxidant-Related Genes. *International Journal of Molecular Sciences*. 21(21): 8374. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms21218374>.
- Galieni, A., Falcinelli, B., Stagnari, F., Datti, A., and Benincasa, P. (2020). Sprouts and Microgreens: Trends, Opportunities, and Horizons for Novel Research. *Agronomy*. 10(9): 1-45. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091424>.
- Ghoora, M. D., Babu, D. R., and Srividya, N. (2020). Nutrient Composition, Oxalate Content and Nutritional Ranking of Ten Culinary Microgreens. *Journal of Food Composition and Analysis*. 91(1): 103495. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103495>.
- Gunawan, Wisnu. (2018). Menghasilkan Pepaya California Berkualitas. Jakarta : AgroMedia.
- Hamzah, Amir. (2014). *9 Jurus Sukses Bertanam Pepaya California*. Jakarta : AgroMedia Pustaka.
- Harsono, Yulian. (2021). *Teknik Budidaya Pepaya California*. Yogyakarta : DIVA Press.
- Hartman, Thomas. (2007). From Waste Products to Ecochemicals: Fifty Years Research of Plant Secondary Metabolism. *Phytochemistry*. 68(22): 2831-2846. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2007.09.017>.
- Hasanuzzaman, M., Nahar, K., Alam, M. M., Roychowdhary, R., and Fujita, M. (2013). Physiological, Biochemical, and Molecular Mechanisms of Heat Stress Tolerance in Plants. *Int. J. Mol. Sci.* 14(5): 9643-9684. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms14059643>.

- Humbal, A., and Pathak, B. (2023). Influence of Exogenous Elicitors on the Production of Secondary Metabolite in Plants: A review (“VSI: Secondary Metabolites”). *Plant Stress*. 8(1): 100166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.stress.2023.100166>.
- Jami'ah, S. R., Ifaya, M., Pusmarani, J., dan Nurhikma, E. (2018). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Pisang Raja (*Musa paradisiaca sapientum*) Dengan Metode DPPH (2,2-Difenil-1-Pikrilhidrazil). *Jurnal Mandala Pharmacoon Indonesia*. 4(1): 33-38.
- Jan, R., Asaf, S., Numan, M., Lubna, and Kim, K-M. (2021). Plant Secondary Metabolite Biosynthesis and Transcriptional Regulation in Response to Biotic and Abiotic Stress Conditions. *Agronomy*. 11(5): 1-31. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11050968>.
- Khan, Z., and Shahwar, D. (2020). Role of Heat Shock Proteins (HSPs) and Heat Stress Tolerance in Crop Plants. *Sustainable Agriculture in the Era of Climate Change*. 1(1): 211-234. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-45669-6\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-45669-6_9).
- Kim, M., Park, J., Kim, K. M., Kim, Y., Kang, C. S., Son, J., Ko, J., and Kim, K. H. (2022). Low-Temperature Effects on the Growth and Phytochemical Properties of Wheat Sprouts. *Agriculture*. 12(6): 745. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture12060745>.
- Kotak, S., Larkindale, J., Lee, U., von Koskull-Doring, P., Vierling, E., and Scahrft, K.D. (2007). Complexity Of The Heat Stress Response in Plants. *Current Opinion in Plant Biology*. 10(3): 310-316. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2007.04.011>.
- Koul, B., Pudhuvai, B., Sharma, C., Kumar, A., Sharma, V., Yadav, D., and Jin, Jun-O. (2022). *Carica papaya* L.: A Tropical Fruit with Benefits beyond the Tropics. *Diversity*. 14(683): 1-33. DOI: <https://doi.org/10.3390/d14080683>.
- Kurian, M. S., and Mega, P. R. (2020). Assessment of Variation in Nutrient Concentration and Antioxidant Activity of Raw Seeds, Sprouts and Microgreens of *Vigna radiata* L. Wilczek and *Cicer arietinum* L. In *AIP Conference Proceedings*. 2263(1): 030005. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0018781>.
- Le, T. M., Tran, T. T. H., Vu, X. Q., Chu, H. D., Pham, T. C., Le., H. T., Le, Q. T. N., La, V. H., and Cao, P. B. (2022). Genome-Wide Identification and Analysis of Genes Encoding Putative Heat Shock Protein 70 in Papaya (*Carica papaya*). *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 25(6): 468-475. DOI: [10.3923/pjbs.2022.468.475](https://doi.org/10.3923/pjbs.2022.468.475).
- Lee, J., Koo, N., and Min, D. B. (2003). Reactive Oxygen Species, Aging, and Antioxidative Nutraceuticals. *Comprehensive Reviews In Food Science And*

- Food Safety*. 3(1): 21-33. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2004.tb00058.x>.
- Lenzi, A., Orlandini, A., Bulgari, R., Ferrante, A., and Bruschi, P. (2019). Antioxidant and Mineral Composition of Three Wild Leafy Species: A Comparison Between Microgreens and Baby Greens. *Food*. 8(10): 1-19. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods8100487>.
- Li, X., Zhang, W., Niu, D., and Liu, X. (2024). Effect of Abiotic Stress on Chlorophyll Metabolism. *Plant Science*. 342(1): 112030. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2024.112030>.
- Ljubej, V., Karalija, E., Salopek-Sondi, B., and Samec, D. (2021). Effects of Short-Term Exposure to Low Temperatures on Proline, Pigments, and Phytochemicals Level in Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*). *Horticulturae*. 7(10): 1-10. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100341>.
- Loon, L. C.V., Rep, M., and Pieterse, C. M. J. (2006). Significance of Inducible Defense-related Proteins in Infected Plants. *Annu. Rev. Phytopathol.* 44(1): 135-62. DOI: [10.1146/annurev.phyto.44.070505.143425](https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.44.070505.143425).
- Markovic, T., Ostroumov, E. E., Anna, J. M., Van-Grondelle, R., Govindjee, and Scholes, G. D. (2016). Light Absorption and Energy Transfer in the Antenna Complexes of Photosynthetic Organisms. *Chem. Rev.* 117(2): 249-293. DOI: <https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00002>.
- Michell, K. A., Isweiri, H., Newman, S. E., Bunning, M., Bellows, L. L., Dinges, M. M., Grabos, L. E., Rao, S., Foster, M. T., Heuberger, A. L., Prenni, J. E., Thompson, H. J., Uchanski, M. E., Weir, T. L., and Johnson, S. A. (2020). Microgreens: Consumer Sensory Perception and Acceptance of An Emerging Functional Food Crop. *Journal of Food Science*. 85(4): 926-935. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15075>.
- Molyneux, Philip. (2004). The Use Of The Stable Free Radical Diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for Estimating Antioxidant Activity. *Songklanakar J. Sci. Technol.* 26(2): 211-219.
- Muktiani. (2016). *Bertanam Varietas Unggul Pepaya California*. Yogyakarta : Pustaka Baru Press.
- Mustafa, N., Ya'acob, N., Latif, Z. A., and Yusof, A. L. (2015). Quantification of oil palm tree leaf pigment (Chlorophyll A) concentration Based on Their Age. *Jurnal Teknologi*. 75(11): 129-134. DOI: <https://doi.org/10.11113/jt.v75.5341>.
- Naik, P. M., and Al-Khayri, J. M. (2016). Impact of Abiotic Elicitors on In vitro Production of Plant Secondary Metabolites: A Review. *Journal of Advanced Research in Biotechnology*. 1(2): 1-7.



- Neta-Sharir, I., Isaacson, T., Lurie, S., and Weiss, D. (2005). Dual Role for Tomato Heat Shock Protein 21: Protecting Photosystem II from Oxidative Stress and Promoting Color Changes during Fruit Maturation. *The Plant Cell*. 17(6): 1829-1838.
- Nugraha, K. W., dan Leliqia, N. P. E. (2023). Review: Studi Kandungan Fitokimia dan Aktivitas Antibakteri Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.). *Prosiding WORKSHOP DAN SEMINAR NASIONAL FARMASI 2023*. 2(1): 254-263.
- Palthur, M. P., Palthur, S. S. S., dan Chitta, S. K. (2010). Nutraceuticals: A Conceptual Definition. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*. 2(3): 19-27.
- Panda, S. K., Gupta, D., Patel, M., Vyver, C. V. D., Koyama, H. (2024). Functionality of Reactive Oxygen Species (ROS) in Plants: Toxicity and Control in Poaceae Crops Exposed to Abiotic Stress. *Plants*. 13(15): 2071. DOI: [10.3390/plants13152071](https://doi.org/10.3390/plants13152071).
- Pandey, A., and Bahadur, V. (2024). Effects of Different Plant Growth Regulators on Seed Germination, Seedling Growth and Establishment of Papaya (*Carica papaya*) Cv. Pusa Nanha. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*. 27(6): 717-724. DOI: [10.9734/jabb/2024/v27i6932](https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i6932).
- Perez-Galvez, A., Viera, I., and Roca, M. (2020). Carotenoids and Chlorophylls as Antioxidants. *Antioxidants*. 9(6): 505. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox9060505>.
- Pinto, E., Almeida, A. A., Aguiar, A. A., and Ferreira, I. M. P. L. V. O. (2015). Comparison Between The Mineral Profile and Nitrate Content of Microgreens and Mature Lettuces. *Journal of Food Composition and Analysis*. 37(3): 38-43. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2014.06.018>.
- Pradhan, J., Sahoo, S., Lalotra, S., and Sarma, R. S. (2017). Positive Impact of Abiotic Stress on Medicinal and Aromatic Plants. *Int. J. Plant Sci.* 12(2): 309-313. DOI: [10.15740/HAS/IJPS/12.2/309-313](https://doi.org/10.15740/HAS/IJPS/12.2/309-313).
- Prasanto, D., Riyanti, E., dan Gartika, M. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*). *ODONTO Dental Journal*. 4(2): 122-128.
- Radman, R., Saez, T., Bucke, C. and Keshavarz, T. (2003). Elicitation of Plants and Microbial Cell Systems. *Biotechnology and Applied Biochemistry*. 37 (1): 91-102.
- Rajput, V. D., Harish, Singh, R. K., Verma, K. K., Sharma, L., Quiroz-Figueroa, F. R., Meena, M., Gour, V. S., Minkina, T., Sushkova, S., and Mandzhieva, S. (2021). Recent Developments in Enzymatic Antioxidant Defence Mechanism in Plants with Special Reference to Abiotic Stress. *Biology*. 10(4): 267. DOI: <https://doi.org/10.3390/biology10040267>.

- Ramirez-Estrada, K., Vidal-Limon, H., Hidalgo, D., Moyano, E., Golenioswki, M., Cusido, R. M., and Palazon, J. (2016). Elicitation, an Effective Strategy for the Biotechnological Production of Bioactive High-Added Value Compounds in Plant Cell Factories. *Molecules*. 21(2): 1-24. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules21020182>.
- Rohwer, C. L., and Erwin, J. E. (2008). Horticultural Applications of Jasmonates: A Review. *J. Hortic. Sci. Biotechnol.* 83(3): 283-304.
- Rudenko, N. N., Vetoshkina, D. V., Marenkova, T. V., and Borisova-Mubarakshina, M. M. (2023). Antioxidants of Non-Enzymatic Nature: Their Function in Higher Plant Cells and the Ways of Boosting Their Biosynthesis. *Antioxidants*. 12(11): 1-53. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox12112014>.
- Rumainum, I. M. (2020). *Pigmen Pada Tumbuhan*. Yogyakarta : PT. Nas Media Pustaka.
- Rysiak, A., Dresler, S., Hanaka, A., Hawrylak-Nowak, B., Strzemski, M., Kovacik, J., Sowa, I., Latalski, M., and Wojciak, M., (2021). High Temperature Alters Secondary Metabolites and Photosynthetic Efficiency in *Heracleum Sosnowskyi*. *Int. J. Mol. Sci.* 22 (9): 4756. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms22094756>.
- Sadura, I., and Janeczko, A. (2024). Are Heat Shock Proteins Important in Low-Temperature-Stressed Plants? A Minireview. *Agronomy*. 14(6): 1296. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14061296>.
- Šamec, D., Ljubej, V., Redovnikovic, I. R., Fistanic, S., and Salopek-Sondi, B. (2022). Low Temperatures Affect the Physiological Status and Phytochemical Content of Flat Leaf Kale (*Brassica oleracea* var. *acephala*) Sprouts. *Foods*. 11(3): 1-13. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11030264>.
- Santana, L. F., Inada, A. C., Santo, B. L. S. de E., Filiu, W. F. O., Pott, A., Alves, F. M., Guimaraes, R. de C. A., Freitas, K. de C., and Hiane, P. A. (2019). Nutraceutical Potential of *Carica papaya* in Metabolic Syndrome. *Nutrients*. 11(7): 1608. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu11071608>.
- Sari, E. K., dan Putri, M. K. (2023). Pengaruh Waktu Penyimpanan Terhadap Kadar Klorofil dan Karotenoid Brokoli (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck) dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Farmasi dan Kesehatan Indonesia*. 3(1): 45-55.
- Scharf, K. D., Berberich, T., Ebersberger, I., and Nover, L. (2012). The Plant Heat Stress Transcription Factor (HSF) Family: Structure, Function and Evolution. *Biochim. Biophys. Acta Gene Regul. Mech.* 1819(2): 104-119. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.bbagrm.2011.10.002>.
- Schroda, M., Vallon, V., Wollman, F., and Beck, C. F. (1999). A Chloroplast-Targeted Heat Shock Protein 70 (HSP70) Contributes To The

- Photoprotection and Repair of Photosystem II During and After Photoinhibition. *Plant Cell*. 11(6): 11165-11178. DOI: [10.1105/tpc.11.6.1165](https://doi.org/10.1105/tpc.11.6.1165).
- Shekhar, T. C., and Anju, G. (2014). Antioxidant Activity by DPPH Radical Scavenging Method of *Ageratum conyzoides* Linn. Leaves. *American Journal of Ethnomedicine*. 1(4): 244-249.
- Stachurska, J., Sadura, I., Rys, M., Dziurka, M., and Janeczko, A. (2023). Insight into Hormonal Homeostasis and the Accumulation of Selected Heat Shock Proteins in Cold Acclimated and Deacclimated Winter Oilseed Rape (*Brassica napus* L.). *Agriculture*. 13(3): 641. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture13030641>.
- Sugiharto, S. (2020). Papaya (*Carica papaya* L.) Seed as a Potent Functional Feedstuff For Poultry-A review. *Veterinary World*. 13(8): 1613-1619. DOI: [10.14202/vetworld.2020.1613-1619](https://doi.org/10.14202/vetworld.2020.1613-1619).
- Sujiprihati, S., dan Suketi, K. (2009). *Budidaya Pepaya Unggul*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Sultana, B., Anwar, F., and Ashraf, M. (2009). Effect of Extraction Solvent/Technique on the Antioxidant Activity of Selected Medicinal Plant Extracts. *Molecules*. 14(6): 2167-2180. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules14062167>.
- Surya, A., dan Yesti, Y. (2018) Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) Dengan Tiga Waktu Maserasi. *Human Care Journal*. 3(2): 78. DOI: <http://dx.doi.org/10.32883/hcj.v3i2.105>.
- Swieca, M., Surdyka, M., Gawlik-Dziki, U., and Zlotek, U. (2014). Antioxidant Potential of Fresh and Stored Lentil Sprouts Affected by Elicitation with Temperature Stresses. *International of Food Science and Technology*. 49(8): 1811-1817. DOI: <https://doi.org/10.1111/ijfs.12489>.
- Swindell, W. R., Huebner, M., Weber, A. P. (2007). Transcriptional Profiling of Arabidopsis Heat Shock Proteins And Transcription Factors Reveals Extensive Overlap Between Heat And Non-Heat Stress Response Pathways. *BMC Genomics*. 8(125): 1-15. DOI: [10.1186/1471-2164-8-125](https://doi.org/10.1186/1471-2164-8-125).
- Treadwell, D., Hochmuth, R., Landrum, L., and Laughlin, W. (2020). *Microgreens: A New Specialty Crop*. 1-3.
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., dan Jonathan, J. G. (2016). Pengujian Aktivitas Antioksidan Menggunakan Metode DPPH pada Daun Tanjung (*Mimusops elengi* L ). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. 1-7.

- Turner, E. R., Luo, Y., and Buchanan, R. L. (2020). Microgreen Nutrition, Food Safety, and Shelf Life: A Review. *J. Food Sci.* 85(4): 870-882. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15049>.
- Usman, M. G., Rafii, M. Y., Ismail, M. R., Malek, M. A., Latif, M. A., Oladosu, Y. (2014). Heat Shock Proteins: Functions And Response Against Heat Stress In Plants. *International Journal of Scientific & Technology Research.* 3(1): 204-218.
- Veersham, C. (2004). *In Elicitation: Medicinal Plant Biotechnology.* India : CBS Publisher.
- Vierling, Elizabeth. (1991). The Roles Of Heat Shock Proteins in Plants. *Annu. Rev. Plant Physiology Plant Mol. Biol.* 42(1): 579-620.
- Widiwujani, Guniarti, dan Andansari, P. (2019). Status Kandungan Sulforaphane Microgreens Tanaman Brokoli (*Brassica oleracea* L.) Pada Berbagai Media Tanam dengan Pemberian Air Kelapa Sebagai Nutrisi. *Jurnal Ilmiah Hijau Cendekia.* 4(1): 34-38.
- Yang, Y-Z., Li, T., Teng, R-M., Han, M-H., Zhuang, J. (2021). Low Temperature Effects on Carotenoids Biosynthesis in the Leaves of Green and Albino Tea Plant (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze). *Scientia Horticulturae.* 285(1): 110164. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110164>.
- Yap, J. Y., Hii, C. L., Ong, S. P., Lim, K. H., Abas, F., and Pin, K. Y. (2021). Quantification of Carpaine and Antioxidant Properties of Extracts from *Carica Papaya* Plant Leaves and Stalks. *Journal of Bioresources and Bioproducts.* 6(4): 350-358. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jobab.2021.03.002>.
- Yeshi, K., Crayn, D., Ritmejerytè, E., and Wangchuk, P. (2021). Plant Secondary Metabolites Produced in Response to Abiotic Stresses Has Potential Application in Pharmaceutical Product Development. *Molecules.* 27(1): 313. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27010313>.
- Yuliana, Anna. (2003). Pengaruh Penambahan Polisakarida Sebagai Elisitor Untuk Produksi Antioksidan Selama Selama Germinasi Biji Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata*) dan Kedelai Hitam (*Glycine max*). *Skripsi.* Fakultas Teknologi Pertanian IPB: Bogor.
- Yuliasuti, D., Sri, W. Y., dan Islamiyati, D. (2019). Skrining Fitokimia Ekstrak Dan Fraksi Etanol 70% Daging Buah Pepaya (*Carica papaya* L.). *Media Informasi.* 15(2): 110-114.
- Zhang, Y., Xiao, Z., Ager, E., Kong, L., and Tan, L. (2021). Nutritional Quality and Health Benefits of Microgreens, A Crop of Modern Agriculture. *Journal of Future Foods.* 1(1): 58-66. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2021.07.001>.

- Zhang, J. H., Wang, L. J., Pan, Q. H., Wang, Y. Z., Zhan, J. C., and Huang, W. D. (2008). Accumulation and Subcellular Localization of Heat Shock Proteins in Young Grape Leaves During Cross-Adaptation To Temperature Stresses. *Scientia Horticulturae*. 117(3): 231-240. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.04.012>.
- Zhao, Y., Han, Q., Ding, C., Huang, Y., Liao, J., Chen, T., Feng, S., Zhou, L., Zhang, Z., Chen, Y., Yuan, S., and Yuan, M. (2020). Effect of Low Temperature on Chlorophyll Biosynthesis and Chloroplast Biogenesis of Rice Seedlings during Greening. *Int J Mol Sci*. 21(4): 1390. DOI: [10.3390/ijms21041390](https://doi.org/10.3390/ijms21041390).
- Zhou, K., Wang, H., Mei, W., Li, X., Luo, Y., and Dai, H. (2011). Antioxidant Activity of Papaya Seed Extracts. *Molecules*. 16(8): 6179-6192. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules16086179>.