

# Analisis Pemberian Ekoenzim Organik Terhadap Pengawetan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)

## Analysis of Organic Ecoenzymes Against the Preservation of Cayenne Pepper (*Capsicum frutescens*)

Syamsuddin S<sup>1</sup>, Ashari Rasjid<sup>2</sup>, Nur Hidayah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Kesehatan Lingkungan, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Makassar

\*Corresponding author: [syam.kesling@gmail.com](mailto:syam.kesling@gmail.com)

---

### ABSTRAK

Pengawetan Cabai Rawit Merah (*Capsicum frutescens*) dapat dilakukan dengan menggunakan bahan pengawet yang alami, salah satunya dengan menggunakan larutan ekoenzim organik. Larutan ekoenzim mengandung asam-asam yang memiliki pH yang rendah sehingga tidak disukai oleh mikroba. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pemberian eco enzim organik terhadap pengawetan cabai rawit menggunakan bahan kulit semangka, air dan molase. Dengan memberikan variasi konsentrasi larutan ekoenzim 50%, 75%, 100% dan kontrol yang direplikasi sebanyak 3 kali. Waktu kontak yang diberikan yaitu selama 6 hari. Metode penelitian ini menggunakan metode *Pra eksperimental* dengan rancangan *After Only Design* yaitu melihat hasil setelah perlakuan tanpa mengukur keadaan sebelumnya. Data yang dihasilkan diolah menggunakan aplikasi dengan uji One-way Anova kemudian data disajikan dalam bentuk narasi, tabel dan diagram. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perbedaan konsentrasi ekoenzim organik terhadap pengawetan cabai rawit merah. Hasil uji statistik menghasilkan konsentrasi 50%, 75% dan 100% memiliki perbedaan yang signifikan dengan kontrol. Dari seluruh variasi, konsentrasi 75% merupakan larutan yang memiliki nilai paling kecil bila dibandingkan dengan kontrol yaitu 0,007. Sehingga konsentrasi memiliki nilai cabai rawit awet yang paling tinggi yaitu sebanyak 27,3. Kesimpulan pada penelitian ini yaitu variasi larutan 75% yang paling banyak mengawetkan buah cabai rawit dalam kurun waktu 6 hari. Disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk menambah waktu kontak larutan untuk mengetahui lama ketahanan cabai rawit merah menggunakan larutan eko-enzim organik dari kulit semangka.

Kata Kunci : Pengawetan; ekoenzim; cabai rawit

---

### PENDAHULUAN

Sayuran merupakan salah satu jenis makanan yang mengandung semua zat gizi yang dibutuhkan tubuh manusia. Komponen nutrisi yang terkandung dalam sayuran antara lain karbohidrat, protein, lemak, mineral, serat pangan, dan vitamin. Namun masyarakat Indonesia mempunyai kebiasaan mengonsumsi makanan cepat saji yang tidak mengandung sayur-sayuran, dan rendahnya kesadaran akan asupan sayur-sayuran. (Saidi and Wulandari, 2019). Di Indonesia, meskipun makanan tradisionalnya seringkali mengandalkan sayuran sebagai bagian penting dari hidangan, ada sebagian kecil masyarakat yang tidak begitu suka atau bahkan sama sekali tidak menyukai sayur. Ini bisa disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk preferensi rasa pribadi, kebiasaan makan dari masa kecil, atau bahkan faktor kesehatan tertentu.

Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merupakan salah satu jenis pangan yang termasuk dalam kategori sayuran. Cabai rawit telah menjadi salah satu komoditas yang sangat digemari oleh masyarakat Indonesia karena rasanya yang pedas. Selain rasanya cabai juga memiliki nilai kandungan gizi yang cukup baik. Menurut Andoko (2004), dalam 100 gram buah cabai rawit mengandung 4,7 gram protein, 2,4 gram lemak, 19,9 gram karbohidrat, 45,0 mg kalsium, 35,0 mg fosfor, 11.050 SI vitamin A, 0.2 mg vitamin B1, dan 70,0 mg vitamin C. Buah cabai rawit juga mengandung zat-zat lain seperti oleoresin, capsaicin, bioflavonoid, minyak atsiri, dan karotenoid yang berkhasiat sebagai obat (Wulandari, Suryadi and Pratiwi, 2019). Cabai rawit mengandung vitamin C yang penting untuk menjaga sistem kekebalan tubuh, membantu tubuh melawan infeksi, dan mempercepat penyembuhan luka, dengan mengonsumsi cabai rawit dapat mendapatkan beberapa keuntungan terhadap kesehatan tubuh.

Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) menduduki peringkat kedua sebagai komoditas semusim dengan produksi terbesar di Indonesia yaitu sebesar 1.54 juta ton ditahun 2022. Terjadi peningkatan dibanding tahun sebelumnya sebanyak 10.79% yang dimana ditahun sebelumnya sebesar 1.39 juta ton. (Mustajab, 2023). Produksi tersebut didukung dengan peningkatan jumlah kebutuhan masyarakat Indonesia terutama industri pangan.

Tingginya kebutuhan cabai rawit dan mudahnya cabai rawit rusak (*Semi Perishabel food*) maka diperlukan metode pengawetan yang dapat digunakan untuk menambah masa simpan cabai rawit. Berdasarkan pada penelitian Sri Putri (2018), cabai rawit merah yang di biarkan di suhu ruang hanya mampu mempertahankan keawetan hingga 6 hari. Terdapat beberapa jenis teknik pengawetan pangan, diantaranya yaitu pengawetan secara kimia, fisik dan mikrobiologis. (R. Haryo Bimo Setiarto, S.Si, 2020). Pengawetan terhadap makanan

bergantung pada faktor intrinsik dan eksterinsik, faktor-faktor tersebut dapat dimanipulasi sehingga pangan dapat tetap awet dan memiliki waktu simpan yang cukup lama. (Balatif, 2020). Salah satu jenis metode pengawetan yang bisa digunakan untuk menambah masa simpan makanan adalah cairan ekoenzim. (Rizki Permata Sari, Andari Puji Astuti, 2020). Untuk menghindari cabai rawit yang mudah rusak, disarankan untuk menyimpannya di tempat yang kering, sejuk, dan terlindungi dari sinar matahari langsung. Cabai rawit juga sebaiknya disimpan di tempat yang ventilasi udaranya baik agar kelembapannya dapat dikurangi.

Pengenalan ekoenzim dipelopori oleh Dr. Rosukon Poompanvong, pendiri asosiasi pertanian organik Thailand. Ekoenzim adalah hasil fermentasi limbah dapur organik seperti sisa buah dan sayuran, gula (gula merah, gula aren, atau gula tebu), dan air. Warnanya coklat tua dan memiliki aroma fermentasi asam manis yang kuat. (Imron, 2020). Menurut Arifin(2009), fermentasi ekoenzim memiliki aktivitas antimikroba yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba. (Rizki Permata Sari, Andari Puji Astuti, 2020). Ekoenzim merupakan salah satu inovasi di bidang limbah organik yang dapat mengurangi jumlah timbulan sampah organik. Mengolah sampah organik menjadi cairan ekoenzim merupakan salah satu metode yang ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan untuk mengurangi pencemaran lingkungan serta memanfaatkan kembali limbah organik yang seharusnya dibuang.

Metode pengawetan ekoenzim termasuk kedalam metode pengawetan secara alami. Ekoenzim menghasilkan asam asetat dan asam laktat yang mengandung anti mikroba karena memiliki pH yang rendah yang tidak disukai oleh mikroba. Asam-asam tersebut juga dapat bersifat racun bagi mikroorganisme. Jumlah asam yang cukup akan menyebabkan denaturasi protein bakteri. Oleh sebab itu beberapa mikroba sensitif dengan asam. Cairan ekoenzim yang baik adalah yang memilih pH optimum 4. (Dwiari *et al.*, 2008). Kandungan asam yang rendah menghambat aktivitas bakteri pembusuk yang dapat menyebabkan mutu cabai rawit menurun.

Ekoenzim dapat menjadi solusi dari permasalahan sampah di Indonesia, khususnya pada sampah organik. Sebab, Indonesia menjadi negara penghasil sampah terbesar ke-5 di dunia pada tahun 2020 dengan memproduksi sekitar 65,2 juta ton sampah. (Bank Dunia, *The Atlas of Sustainable Development Goals* 2023). Berdasarkan pengamatan awal hingga saat ini, sampah telah menjadi masalah serius di banyak kota besar di Indonesia. (Fau, Sarumaha, Manaraja, & Landfill, 2020). Saat ini, lebih dari 80% dari seluruh biomassa yang telah diproduksi sejauh ini adalah biomassa organik, yang hanya terlihat sebagai sisa dan tidak memiliki nilai ekonomis. (Pratiwi, 2020). Dengan mengolah sampah organik menjadi cairan ekoenzim produksi sampah organik dapat dimanfaatkan dan tidak mencemari lingkungan.

Ekoenzim dipercaya sebagai cairan ajaib yang memiliki banyak manfaat. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Sari (2020), sifat asam ekoenzim bermanfaat sebagai pengawet bahan pangan yang baik untuk produksi fermentasi maupun non-fermentasi diantaranya untuk pengawetan buah tomat. Selain buah tomat, penelitian menyebutkan yang dilakukan oleh Nadya,dkk (2022) ekoenzim juga bermanfaat sebagai bahan pengawet dari buah anggur. (Pravitasari, Astuti and Maharani, 2022). Selain menjadi bahan pengawet makanan, diberbagai bidang juga dapat menggunakan enzim ramah lingkungan. Fungsinya meliputi empat kelompok berikut: menggosok, menyusun, mengubah, dan gekatalis. Karena kondisinya yang menumpuk, ekoenzim dapat digunakan sebagai kebutuhan ruangan seperti pembersih lantai. Kemudian, dapat digunakan sebagai kain lap atau untuk menutupi lantai yang terkena lumpur dan kotoran sesuai dengan situasi. Asam asetat dalam ekoenzim juga dapat menghancurkan organisme, sehingga dapat digunakan sebagai insektisida atau pestisida.. (Ni'matul Maula *et al.*, 2020). Asam asetat, yang merupakan komponen utama dalam cuka, memiliki sifat antiseptik dan dapat membunuh atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

Buah semangka merupakan salah satu buah musiman yang tumbuh subur dikawasan Indonesia. Semangka termasuk buah yang mudah ditemukan diberbagai penjual buah, rasanya yang segar dan mengandung banyak air sangat cocok dengan iklim di Indonesia yang cenderung panas akibat pemanasan global. Konsumen buah semangka biasanya hanya memanfaatkan daging buahnya saja, padahal dibanding daging buah kulit buah semangka lebih kaya akan zat-zat yang bermanfaat, contohnya zat sitrulin. Kulit buah semangka merupakan salah satu limbah organik yang biasanya dibuang begitu saja oleh masyarakat atau hanya menjadi pakan ternak. Maka dari itu dapat dilakukan inovasi lain yaitu dengan membuat ekoenzim.

Berdasarkan dari permasalahan diatas penulis tertarik untuk meneliti mengenai efektivitas ekoenzim kulit semangka pada pengawetan cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dengan menggunakan metode sprayer. Hasil fermentasi kulit buah semangka, air dan molase akan menghasilkan asam asetat yang berfungsi menghambat pertumbuhan mikroba. Selain itu, kulit buah semangka juga banyak mengandung zat sitrulin yang merupakan asam amino yang dapat digunakan untuk mengawetkan makanan. Penelitian ini berfokus pada proses pendistribusian cabai rawit pasca panen oleh pedagang sayur di pasar hingga sampai dikonsumsi. Pada penelitian sebelumnya konsentrasi ekoenzim yang terbukti efektif untuk mengawetkan buah yaitu pada konsentrasi 100% dengan bahan organik kulit semangka. Namun dilihat dari kondisi tekstur buah yang diawetkan pada penelitian sebelumnya, semuanya memiliki tekstur buah yang banyak mengandung air atau lembek, pada penelitian ini peneliti tertarik untuk menggunakan konsentrasi dan ekoenzim yang sama namun diaplikasikan pada buah yang kandungan air yang rendah

## METODE

### Jenis dan Desain Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah metode *Pra eksperimental* menggunakan rancangan *After Only Design*. Rancangan ini peneliti hanya melihat hasil setelah perlakuan tanpa mengukur keadaan sebelumnya. Pada penelitian ini peneliti akan menganalisis pengaruh pemberian ekoenzim limbah kulit semangka dengan 3 dosis yang berbeda yaitu 50%, 75%, 100% dan kontrol terhadap daya awet cabai rawit (*Capsicum frutescens*) dengan menggunakan metode sprayer

### Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah Cabai rawit (*Capsicum frutescens*) yang diperoleh langsung dari Perkebunan. Cabai rawit yang dipetik adalah cabai rawit yang telah memenuhi syarat fisiologis yaitu berwarna merah dan tidak busuk (Tahir, 2023). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini berjumlah 360 buah cabai rawit merah (*Capsicum frutescens*) yang diaplikasikan cairan ekoenzim dengan perbedaan konsentrasi 50 %, 75% dan 100% serta masing-masing sampel cabai rawit 30 buah dengan melakukan 3 kali replikasi dan kontrol.

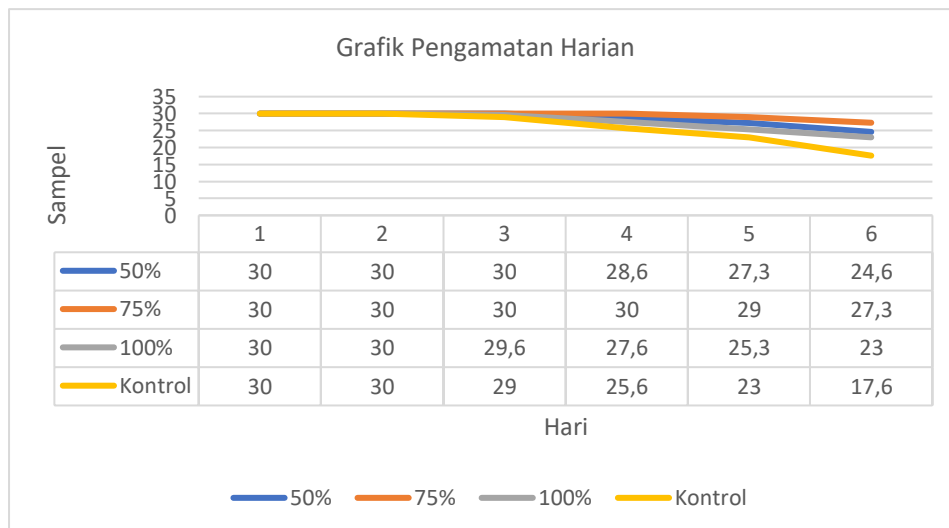
### Pengolahan dan Analisa Data

Pengolahan data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan Uji Anova (*Analisis of Varian*) menggunakan aplikasi SPSS kemudian dinarasikan. Analisa data dilakukan secara manual kemudian dianalisa secara deskriptif dengan menghubungkan daya simpan cabai rawit yang paling efektif dengan konsentrasi 50%, 75%, 100% dan kontrol.

## HASIL

Penelitian yang telah dilakukan yaitu uji daya awet cabai rawit (*Capsicum frutescens*) merah yang diberikan perlakuan dengan menggunakan ekoenzim organik yang berbahan dasar kulit semangka, air dan molase. Perlakuan pada cabai rawit dibedakan menjadi 3 perbedaan konsentrasi larutan yaitu, 50%, 75%, dan 100%. Penelitian ini dilakukan pada bulan April-Mei 2024. Penelitian dimulai dengan pembuatan bahan pengawet Ekoenzim organik berbahan dasar kulit semangka dengan fermentasi 3 bulan, kemudian dilanjutkan dengan pengawetan cabai rawit yang di petik langsung dari perkebunan kemudian pengawetan cabai rawit merah dengan waktu kontak selama 6 hari.

Perbedaan konsentrasi larutan ekoenzim yang diberikan pada cabai rawit merah bertujuan untuk mengetahui konsentrasi yang paling efektif terhadap daya simpan cabai rawit. Pengamatan yang dilakukan yaitu melihat perubahan fisik sampel cabai rawit merah ditandai dengan warna, tekstur dan kesegaran sampel. Hasil pengamatan pengawetan cabai rawit merah menggunakan ekoenzim organik dapat dilihat pada hasil tabel pengamatan dibawah ini :



**Gambar 1 Grafik Pengamatan Pengawetan Cabai Rawit**

Grafik diatas merupakan kondisi harian cabai rawit merah setelah disemprotkan cairan ekoenzim. Berdasarkan dari grafik diatas dapat dilihat konsentrasi 100% dan kontrol mengalami kemunduran mutu di hari ketiga, untuk konsentrasi 50% mengalami kemunduran mutu dihari 4 sedangkan konsentrasi 75% mengalami kemunduran mutu di hari ke 5. Sehingga Konsentrasi 75 % merupakan konsentrasi yang memiliki jumlah cabai yang paling banyak awet di hari ke 6.

**Tabel 1 Hasil Pengawetan Cabai Rawit**

| Konsentrasi      | Replikasi |    |     | Rata-Rata |
|------------------|-----------|----|-----|-----------|
|                  | I         | II | III |           |
| Konsentrasi 50%  | 23        | 25 | 26  | 25        |
| Konsentrasi 75%  | 29        | 27 | 25  | 27        |
| Konsentrasi 100% | 22        | 24 | 23  | 23        |
| Kontrol          | 18        | 15 | 20  | 18        |

Sumber : Data Primer 2024

Berdasarkan tabel diatas terdapat perbedaan jumlah cabai rawit merah yang awet dengan 3 variasi konsentraasi larutan. Rata-rata Cabai rawit merah yang awet pada konsentrasi 50 % sebanyak 25, konsentrasi 75% sebanyak 27, konsentrasi 100% sebanyak 23 dan kelompok kontrol sebanyak 18. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa konsentrasi yang paling efektif adalah larutan ekoenzim dengan konsentrasi 75%.

**Tabel 2. Pengukuran pH**

| Konsentrasi | pH  |
|-------------|-----|
| 50 %        | 3.2 |
| 75%         | 3   |
| 100%        | 2.8 |

Sumber : Data Primer 2024

Berdasarkan dari tabel diatas pH yang dihasilkan untuk konsentrasi 50% yaitu 3.2, konsentrasi 75% menghasilkan nilai pH 3 sedangkan untuk konsentrasi 100% menghasilkan nilai pH 2.8. dari ketiga hasil tersebut, semuanya memenuhi standar baik ekoenzim yaitu memiliki tngkat keasaman <4.

**Tabel 3. Pengukuran Suhu dan Kelembaban**

| Hari             | Suhu (°c)   | Kelembaban (%) |
|------------------|-------------|----------------|
| I                | 29          | 61             |
| II               | 30          | 60             |
| III              | 29          | 62             |
| IV               | 31          | 64             |
| V                | 29          | 64             |
| VI               | 31          | 63             |
| <b>Rata-Rata</b> | <b>29,8</b> | <b>62,3</b>    |

Sumber : Data Primer 2024

Berdasarkan dari tabel diatas rata-rata suhu yang berada pada ruangan tempat pengawetan cabai rawit merah yaitu, 29,8 °C sedangkan untuk kelembaban yaitu, 62,3%.

**Tabel 4. Uji One-Way Anova**

| Hasil Perlakuan | Sum of Sguares | df | Mean Square | F      | Sig. |
|-----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups  | 141.583        | 3  | 47.194      | 13.813 | .002 |
| Within Groups   | 27.333         | 8  | 3.417       |        |      |
| Total           | 168.917        | 11 |             |        |      |

Sumber : Data Primer 2024

Berdasarkan tabel 5.3 menunjukkan nilai Sig.  $0,002 < 0,005$  sehingga dinyatakan 3 konsentrasi tersebut memiliki perbedaan diantara masing-masing variasi.

**Tabel 5. Uji Post Hock Tukey**

| Kelompok Perlakuan |                  | Mean difference | Sig. |
|--------------------|------------------|-----------------|------|
| Konsentrasi 50%    | Konsentrasi 75%  | -2.333          | .457 |
|                    | Konsentrasi 100% | 1.667           | .697 |
|                    | Kontrol          | 7.000*          | .007 |
| Konsentrasi 75%    | Konsentrasi 50%  | 2.333           | .457 |
|                    | Konsentrasi 100% | 4.000           | .109 |

| Kelompok Perlakuan |                  | Mean difference | Sig. |
|--------------------|------------------|-----------------|------|
| Konsentrasi 100%   | Kontrol          | 9.333*          | .001 |
|                    | Konsentrasi 50%  | -1.667          | .697 |
|                    | Konsentrasi 75%  | -4.000          | .109 |
| Kontrol            | Kontrol          | 5.333*          | .031 |
|                    | Konsentrasi 50%  | -7.000*         | .007 |
|                    | Konsentrasi 75%  | -9.333*         | .001 |
|                    | Konsentrasi 100% | -5.333*         | .031 |

Sumber : Data Primer 2024

Berdasarkan tabel diatas konsentrasi 50%, 75% dan 100% memiliki perbedaan yang signifikan dengan kontrol begitupun dengan control yang memiliki nilai perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi 50%, 75% dan 100%

## PEMBAHASAN

Pengawetan menggunakan cairan ekoenzim merupakan salah satu inovasi baru yang ramah lingkungan yang ditemukan oleh ilmuwan yang berasal dari Thailand bernama Dr. Rosukon Poompanvong, pendiri Asosiasi Pertanian Organik di negara asalnya. Ekoenzim merupakan cairan universal yang dapat digunakan dalam rumah tangga, pertanian, dan peternakan (Irene Felicia Sihite, 2024). Komposisi pembuatan ekoenzim berasal dari limbah kulit buah maupun sayuran yang biasanya dihasilkan oleh limbah rumah tangga. Pemanfaatan limbah organik menjadi ekoenzim dapat menjadi pencegahan penumpukan limbah berlebih, kuantifikasi jumlah limbah organik sangat penting untuk menentukan strategi pengurangan dan mengembangkan kampanye pencegahan dari waktu ke waktu (Lucarini *et al.*, 2021). Bahan yang mudah ditemukan serta pembuatan yang cukup mudah dipelajari sehingga menjadikan ekoenzim mudah diterima oleh masyarakat. Cairan ekoenzim memiliki sangat banya manfaat sehingga biasa disebut sebagai cairan ajaib. Ekoenzim memiliki manfaat diantaranya menjadi pengawet alami buah dan sayuran (Rizki Permata Sari, Andari Puji Astuti, 2020), pupuk organik bagi tanaman (Paendong *et al.*, 2023), disinfektan alami (Duma *et al.*, 2023), mengolah limbah cair rumah tangga (Low, Ling and Teo, 2021), serta dapat menurunkan kadar surfaktan pada limbah air laundry (Wulandari and Winarsih, 2023). Ekoenzim merupakan larutan fermentasi dengan wadah tertutup atau fermentasi anaerobik merupakan fermentasi yang tidak membutuhkan oksigen. Pemberian molase berguna sebagai aktivator selama proses fermentasi agar mikro-organisme/bakteri dapat terfermentasi dengan baik. Pada bulan pertama, ekoenzim diproduksi dan menghasilkan alkohol. Pada bulan kedua ekoenzim akan menghasilkan cuka, dan pada bulan ketiga akan dihasilkan enzim. Warna yang didapat tergantung dari gula arennya. Ekoenzim yang bagus memiliki pH < 4 atau = 4. Semakin asam pH, semakin baik ekoenzim yang dihasilkan. (Mardatillah *et al.*, 2022). Ekoenzim yang berasal dari bahan organik buah memiliki pH yang paling rendah dibandingkan dengan bahan organik sayuran (Widiani and Novitasari, 2023). Jika ditemukan lapisan jamur dan lapisan jeli pada fermentasi ekoenzim, hal tersebut merupakan hal yang wajar. Jamur putih tersebut adalah bonus yang tidak selalu muncul dan bukanlah menjadi patokan kualitas dan keberhasilan dari ekoenzim (Kartika and Bakti, 2022).

Pada penelitian ini peneliti memilih cabai rawit merah (*Capsicum frutescens*) sebagai objek penelitian untuk mengetahui keawetan cabai rawit merah menggunakan ekoenzim. Cabai rawit adalah salah satu bahan makanan yang sangat populer di Indonesia dan sering digunakan dalam berbagai masakan tradisional. Kebutuhan akan cabai rawit di Indonesia sangat tinggi, dan ini tercermin dalam konsumsi yang tinggi serta dalam produksi dan perdagangan cabai rawit di pasar domestik. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan, konsumsi cabai besar di Indonesia tembus 636,56 ribu ton pada 2022. Angka tersebut meningkat dari 2021 yang sebanyak 596,14 ribu ton dan juga capaian 2020 sebanyak 549,48 ribu ton. Kebutuhan yang terus meningkat sehingga menjadikan cabai rawit memiliki harga yang cukup tinggi karena kebutuhan yang tinggi ini, pertanian cabai rawit menjadi salah satu sektor penting dalam pertanian di Indonesia, dan banyak petani yang mengandalkan tanaman cabai rawit sebagai sumber pendapatan utama mereka. Cabai yang disimpan akan mengalami kerusakan baik fisik, kimia maupun mikrobiologis (Sulistyaningrum and Darudriyo, 2018). Cabai rawit memiliki kulit yang rentan terhadap kerusakan fisik, seperti benturan atau tekanan. Kerusakan pada kulit dapat mempercepat proses pembusukan karena memungkinkan masuknya mikroorganisme atau udara ke dalam buah. Selain itu Cabai rawit memiliki kadar air yang tinggi, sehingga rentan terhadap pembusukan jika disimpan dalam kondisi yang lembap. Kadar air yang tinggi juga meningkatkan risiko pertumbuhan jamur dan bakteri pembusuk. Suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menyebabkan kerusakan pada cabai rawit. Suhu tinggi dapat mempercepat proses pembusukan dan memperpendek masa simpan cabai, sementara suhu rendah dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan kehilangan tekstur. Salah satu usaha untuk mempertahankan kesegaran cabai rawit adalah dengan melakukan metode pengawetan secara alami. Berdasarkan pada penelitian Rizki Permataasari,dkk (2020) pengawetan pada buah dapat menggunakan larutan ekoenzim. Pengawetan dengan cairan ekoenzim juga tidak berbahaya karena tidak tergolong pada bahan kimia.

Pada penelitian ini peneliti menggunakan ekoenzim organik yang berbahan dasar kulit buah semangka. Hal tersebut didasari pada penelitian sebelumnya yaitu, kulit buah semangka merupakan bahan yang efektif untuk membuat ekoenzim sebagai bahan pengawet karena mengandung asam sitrulin. Kulit semangka banyak mengandung zat sitrulin sebesar 60% dibandingkan dengan daging buahnya (Berliana, Sumarsih and Gusnadi, 2021). Pada penelitian ini peneliti membandingkan 3 variasi konsentrasi larutan yaitu 50%, 75% dan 100% dengan melihat kondisi cabai rawit merah Hasil dari penelitian tersebut dapat dilihat dari digram berikut :



**Gambar 5.2 Diagram Perbandingan Konsentrasi Pengawetan Cabai Rawit**

#### **Pengaruh Suhu dan Kelembaban**

Suhu dan kelembaban merupakan faktor pengganggu dari pengawetan cabai rawit. Suhu adalah salah satu faktor terpenting dalam pemeliharaan kualitas setelah panen (Singh, 2011). Pada pengukuran suhu dan kelembaban diperoleh rata-rata hasil suhu yaitu, 29,8°C sedangkan untuk kelembaban 62,3%. Berdasarkan standar baku mutu pada Permenkes No. 2 tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan Udara dalam ruang (*indoor*) di permukiman, serta tempat dan fasilitas umum, hasil suhu memenuhi standar baku mutu yaitu 18-30°C sedangkan untuk hasil kelembaban tidak memenuhi standar baku mutu yaitu 40-60%. Hal tersebut dapat menjadi faktor pembusukan cabai rawit apabila ketika pengaplikasian cairan ekoenzim tidak kering

#### **Pengaruh larutan ekoenzim konsentrasi 50% pada pengawetan cabai rawit merah (*Capsicum frutescens*)**

Pengawetan cabai rawit merah dengan konsentrasi 50% adalah larutan yang terdiri dari 50% cairan ekoenzim dan 50 % air. Pada penelitian ini wadah *sprayer* di isi dengan 5 ml ekoenzim dan 5 ml air. Pengaplikasian ekoenzim dilakukan dengan cara disemprot kepada seluruh permukaan cabai. Hasil rata-rata jumlah cabai rawit yang awet untuk konsentrasi 50% dari 3 replikasi yang dilakukan adalah sebanyak 24,5 sedangkan pada hasil uji stastik bernilai konsentrasi 50% memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kontrol yaitu 0,007. Kerusakan cabai rawit pertama pada konsentrasi 50% dimulai pada hari ke 4. Berdasarkan pada gambar 5.2 konsentrasi 50% memiliki tingkat keawetan sebanyak 83% dari jumlah seluruh sampel cabai rawit. Konsentrasi 50% memiliki selisih 23% terhadap kontrol, yang berarti terdapat pengaruh ekoenzim 50% terhadap keawetan cabai rawit. Kerusakan cabai rawit disebabkan adanya perubahan tekstur dari cabai rawit yang ditandai dengan kerutan di badan buah. Kerutan di badan buah dapat terjadi karena kehilangan air saat penyimpanan sebagai kelanjutan metabolisme cabai setelah panen seperti proses respirasi yang mengubah gula menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O konsentrasi 50% memiliki sedikit pengaruh pada pengawetan cabai rawit merah jika dibandingkan dengan kontrol yang sudah mengalami kerusakan di hari ke 3

#### **Pengaruh larutan ekoenzim konsentrasi 75% pada pengawetan cabai rawit merah (*Capsicum frutescens*)**

Pengawetan cabai rawit merah dengan konsentrasi 75% adalah larutan yang terdiri dari 75% cairan ekoenzim dan 25 % air. Pada penelitian ini wadah *sprayer* di isi dengan 7,5 ml ekoenzim dan 2,5 ml air. Pengaplikasian ekoenzim dilakukan dengan cara disemprot kepada seluruh permukaan cabai. Hasil rata-rata jumlah cabai rawit yang awet untuk konsentrasi 75% dari 3 replikasi yang dilakukan adalah sebanyak 27 sedangkan pada hasil uji stastik konsentrasi 75% memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kontrol bernilai 0,001. Kerusakan cabai rawit pertama pada konsentrasi 75% dimulai pada hari ke 5. Berdasarkan pada gambar 5.2 konsentrasi 75% memiliki tingkat keawetan sebanyak 90% dari jumlah seluruh sampel cabai rawit. Hasil pada konsentrasi ini memiliki tingkat keawetan yang paling tinggi. Hal tersebut terjadi dikarenakan kandungan asam asetat yang dihasilkan dari proses fermentasi. Kandungan asam asetat yang diperoleh dari proses fermentasi ekoenzim merupakan zat yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri penyebab pembusukan. Asam asetat ini dapat menghancurkan membran luar dinding sel organisme, menghambat sintesis makromolekul, meningkatkan produksi peptida anti mikroba di sel inang, dan mengonsumsi energi mikroba.

Ekoenzim mengandung asam organik berupa asam asetat dan asam laktat. Asam organik yang terkandung dalam ekoenzim merupakan hasil proses fermentasi (Natasya *et al.*, 2023). Asam asetat pada ekoenzim ini terbentuk pada proses fermentasi ekoenzim selama 3 bulan. Asam asetat ini dihasilkan dari proses metabolisme bakteri secara alami terdapat dalam sisa buah dan sayur. Fungi dan beberapa jenis bakteri menghasilkan alkohol dalam proses fermentasi, sedangkan kebanyakan dari bakteri menghasilkan asam asetat (Viza, 2022)

#### **Pengaruh larutan ekoenzim konsentrasi 100% pada pengawetan cabai rawit merah (*Capsicum frutescens*)**

Pengawetan cabai rawit merah dengan konsentrasi 100% adalah larutan yang terdiri dari 100% cairan ekoenzim tanpa adanya bahan pengencer. Pada penelitian ini wadah *sprayer* di isi dengan 10 ml ekoenzim. Pengaplikasian ekoenzim dilakukan dengan cara disemprot kepada seluruh permukaan cabai. Hasil rata-rata jumlah cabai rawit yang awet untuk konsentrasi 100% dari 3 replikasi yang dilakukan adalah sebanyak 23 sedangkan pada hasil uji statistik konsentrasi 100% memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kontrol yaitu, bernilai 0,031. Kerusakan cabai rawit pertama pada konsentrasi 100% dimulai pada hari ke 3 pada replikasi ketiga. Konsentrasi 100 % jika dibandingkan dengan kontrol memiliki waktu yang sama untuk kerusakan cabai pertama.

Penelitian terdahulu oleh Rizki Permatasari,dkk 2020 menyebutkan bahwa ekoenzim yang berbahan kulit semangka lebih efektif untuk mengawetkan buah anggur merah dan anggur hitam dibandingkan dengan beberapa jenis limbah organik (Rizki Permata Sari, Andari Puji Astuti, 2020). Penelitian lain juga menyebutkan kandungan asam asetat dan asam laktat yang dihasilkan dari fermentasi bahan organik terbukti efektif untuk mengawetkan buah-buahan diantaranya, stroberi, kersen, anggur dan tomat (Hamidah and Hafsa, 2022). Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan oleh peneliti yaitu pengawetan cabai rawit menggunakan ekoenzim berbahan dasar kulit semangka dengan variasi konsentrasi yang berbeda dengan melakukan uji Anova ditemukan adanya perbedaan yang signifikan diantara variasi konsentrasi tersebut. Hasil yang ditemukan untuk uji Tukey adalah konsentrasi 50%,75% dan 100% memiliki perbedaan yang signifikan terhadap kontrol. Rata-rata hasil buah cabai rawit merah yang awet untuk konsentrasi 50% yaitu sebanyak 24,6, konsentrasi 75% sebanyak 27 dan konsentrasi 100% sebanyak 23 sedangkan untuk kontrol sebanyak 17,6. Sehingga pada hasil pengamatan keawetan cabai rawit dihari ke 6 konsentrasi 75% merupakan konsentrasi yang memiliki nilai cabai rawit yang paling tinggi tingkat keawetannya.

Berdasarkan dari 3 konsentrasi yang diaplikasikan tidak memiliki perbedaan yang sangat berbeda untuk mengawetkan cabai rawit. Hal tersebut terjadi karena keterbatasan penelitian yang dilakukan hanya sampai 6 hari. Ketiga konsentrasi tersebut hanya memiliki selisih perbedaan yang relatif kecil, namun tetap memiliki perbedaan yang cukup besar terhadap kontrol. Hal tersebut dikarenakan kondisi pH dari ketiganya menghasilkan nilai tetap dibawah <4 walaupun telah dilakukan pengenceran. Hal tersebut dapat dilihat pada tabel 5.2 hasil pengukuran pH pada konsentrasi 50% menghasilkan nilai 3.2, pada konsentrasi 75% menghasilkan 3 sedangkan untuk konsentrasi 100% bernilai 2.8.

Hasil yang diperoleh oleh peneliti tidak sejalan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rizki Permatasari,dkk(2020) yang menyebutkan bahwa ekoenzim berbahan kulit semangka yang tidak diberi pengencer merupakan bahan yang paling efektif pada pengawetan anggur merah dan hitam di hari keenam. Hal tersebut bisa terjadi dikarenakan jenis buah yang digunakan pada peneliti sebelumnya memiliki tekstur yang lebih lembek dibandingkan dengan cabai rawit yang memiliki tekstur kulit lebih tebal sehingga buah anggur membutuhkan konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan cabai rawit. Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian buah tomat, stroberi dan kersen yang sama-sama memiliki tekstur buah yang banyak mengandung air. Perbedaan hasil ini juga disebabkan oleh keterbatasan peneliti yang tidak menyamakan cara pengaplikasiannya dengan penelitian sebelumnya. Keunggulan konsentrasi 75% dibandingkan dengan 2 variasi lainnya tidak disebabkan oleh kandungan asamnya, sebab ketiga dosis tersebut menghasilkan pH yang <4. Semakin lama waktu fermentasi maka kandungan asam akan semakin menurun (Benny *et al.*, 2023). Faktor lain yang dapat menyebabkan kerusakan pada cabai rawit yaitu kelembaban ruangan yang tidak memenuhi standar yaitu, 62,5% yang menyebabkan pembusukan terjadi lebih cepat karena kondisi lingkungan yang lembab.

Pada penelitian terbaru oleh Eskundari (2023) tentang pengawetan buah cabai rawit menggunakan larutan ekoenzim buah dan sayuran juga tidak sejalan dengan penelitian ini yang mengatakan bahwa konsentrasi 100% lebih efektif dalam mengawetkan cabai rawit dengan sedikit kerutan (Eskundari, Wardoyo and Azzahra, 2023). Hal tersebut bisa terjadi kandungan bahan yang berbeda dari pembuatan ekoenzim. Ekoenzim merupakan cairan dari hasil fermentasi bahan organik, gula dan air yang mengandung berbagai senyawa metabolit sekunder yang dihasilkan oleh mikroba selama proses fermentasi. Beberapa literatur mengatakan bahwa bakteri yang ada dalam ekoenzim adalah Bakteri Asam Laktat (BAL). Bakteri Asam Laktat dapat ditemukan pada lingkungan yang kaya akan karbohidrat, selain itu bakteri ini juga dapat ditemukan pada berbagai jenis fermentasi makanan, sayuran, dan buah buahan, contohnya seperti buah durian, nanas, sirsak, cacao, pisang, dan jeruk. Sudah banyaknya penelitian yang dilakukan untuk mengeksplorasi Bakteri Asam Laktat dari berbagai sumber, seperti penelitian yang dilakukan oleh Ibrahim, (2017) ekoenzim yang dibuat dari kulit mangga ditemukan adanya Bakteri Asam Laktat, dan penelitian yang dilakukan oleh Yusmarini, et al., yang terbuat dari susu kedelai juga ditemukannya Bakteri Asam Laktat.

Asam yang dihasilkan dari hasil fermentasi ekoenzim merupakan salah satu pengawet alami yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba sehingga mencegah terjadinya pembusukan. Selain itu kulit buah semangka juga memiliki kandungan asam sitrulin. Asam sitrulin adalah asam amino yang mampu mengawetkan bahan pangan. (Rizki Permata Sari, Andari Puji Astuti, 2020). Berdasarkan dari penelitian Agne Rimando kulit buah semangka mengandung lebih banyak sitrulin daripada daging berdasarkan berat kering (masing-masing 24,7 dan 16,7 mg/g dwt) tetapi sedikit lebih sedikit berdasarkan berat segar (fwt) (masing-masing 1,3 dan 1,9 mg/g fwt). Hasil ini menunjukkan bahwa kulit semangka, limbah pertanian yang kurang dimanfaatkan, merupakan sumber sitrulin alami. Selain itu berdasarkan pada penelitian sebelumnya kulit semangka mengandung amilase, protease dan lipase (Supebrianto and Handoko, 2023). Ekoenzim kulit semangka mengandung flavonoid. Keberadaan flavonoid dalam buah berfungsi sebagai antioksidan. Flavonoid tidak hanya terdapat pada buahnya saja, tetapi pada kulit buahnya pun terdapat kandungan flavonoid. selain itu juga terdapat kandungan alkaloid. Dalam bidang pertanian, alkaloid ini merupakan salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai parameter dalam menilai kualitas bahan nabati. Fungsi lain dari alkaloid ini adalah untuk menghambat pertumbuhan bakteri atau bisa disebut antibakteri. kandungan lainnya adalah saponin. Busa muncul setelah ditambahkan air dan dikocok yang menandakan adanya saponin. Busa dihasilkan karena adanya glikosida yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan busa dalam air. Saponin memiliki dua sisi yang berbeda, satu sisi larut dalam air yang disebut hidrofilik dan sisi lainnya tidak larut dalam air yang disebut hidrofobik. Ketika ekoenzim ditambahkan air dan dikocok, sisi hidrofilik akan terikat pada air dan sisi hidrofobik akan menghasilkan busa karena terikat pada udara. Hal ini diaplikasikan di lingkungan, dari sifat saponin ini mampu meremediasi polutan yang bersifat hidrofobik atau bahkan logam berat dalam tanah dan air (Nurlatifah, Agustine and Puspasari, 2022).

Pemanfaatan ekoenzim sebagai bahan pengawet buah merupakan salah satu pendekatan yang ramah lingkungan dan dapat dimanfaatkan dalam mempertahankan kesegaran buah. Penggunaan eco enzyme juga lambat laun akan mengurangi dampak pemakaian bahan kimia di lingkungan pada jangka panjang (Ilmiah and Pendidikan, 2023). Oleh karena itu, tindakan pengolahan eco enzyme adalah cara yang sederhana dalam menjaga lingkungan dan memberikan dampak positif bagi masyarakat. Ekoenzim adalah enzim yang dihasilkan dari sumber-sumber alami seperti buah dan sayuran. Dengan memanfaatkan ekoenzim sebagai bahan pengawet buah, kita dapat mengurangi ketergantungan pada bahan kimia sintetis yang berpotensi merusak lingkungan dan kesehatan manusia. Selain itu, ekoenzim juga dapat membantu mempertahankan kualitas nutrisi dan rasa alami buah tanpa meninggalkan residu berbahaya.

Ekoenzim memiliki beragam manfaat, termasuk sebagai bahan penjernih udara, pembersih lingkungan, pupuk organik, penyuburan tanah pertanian, dan lain-lain. Kemampuannya untuk memecah molekul organik membuatnya sangat berguna dalam proses-proses tersebut. Selain itu residu yang dihasilkan juga memiliki manfaat seperti menjadi pupuk tanaman atau apabila dikeringkan residu putih yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pembersih kloset (Pebriani *et al.*, 2022). Pencernaan dan Metabolisme ekoenzim dapat membantu dalam proses pencernaan dan metabolisme baik dalam organisme hidup maupun dalam proses dekomposisi bahan organik di lingkungan. Dalam bidang pertanian, ekoenzim dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas tanah, meningkatkan ketersediaan nutrisi, dan memperbaiki struktur tanah. Serta dalam bidang pengolahan limbah, ekoenzim dapat digunakan dalam pengolahan limbah untuk mempercepat dekomposisi materi organik dalam limbah dan mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan.

Dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan, ekoenzim dapat digunakan sebagai bahan pengawet dari cabai rawit, namun perbedaan konsentrasi tidak terlalu berpengaruh besar dalam pengawetannya. Kandungan pH yang dibawah 4 untuk seluruh konsentrasi, membuktikan bahwa pengenceran yang dilakukan tidak banyak mengubah kondisi asam dalam larutan. Produk ekoenzim untuk mengawetkan juga tidak terlalu efektif dengan menggunakan metode *sprayer* untuk pengaplikasiannya, sebab proses pengerjaan yang rumit dan juga bahan makanan bisa tidak terkena secara menyeluruh. Masyarakat yang ingin mengaplikasikan ekoenzim dengan bahan makanan dalam jumlah besar tidak disarankan untuk menggunakan metode *sprayer*.

## KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan disimpulkan sebagai berikut rata-rata hasil pengawetan cabai rawit merah menggunakan konsentrasi 50% yaitu sebanyak 24,6, konsentrasi 75% yaitu sebanyak 27, konsentrasi 100% yaitu sebanyak 23. Berdasarkan dari hasil seluruh variasi larutan ekoenzim, konsentrasi yang paling efektif untuk mengawetkan cabai rawit merah pada hari ke 6 adalah konsentrasi 75%.

Diharapkan bagi peneliti selanjutnya untuk menambah jumlah hari pengamatan agar peneliti dapat melihat lama keawetan cabai rawit menggunakan pengawet ekoenzim. Diharapkan juga agar peneliti selanjutnya mencoba mengawetkan jenis buah ataupun sayuran yang memiliki tekstur yang berbeda serta menggunakan bahan yang lebih mudah didapatkan atau yang bukan musiman

## DAFTAR PUSTAKA

- Balatif, S.A.– N.D.A.L.– R. (2020) *Mikroorganisme dan Bahan Pangan*. CV. Penerbit Qiara Media. Available at: <https://dupakdosen.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/2138/Fulltext.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Benny, N. *et al.* (2023) 'Recent trends in utilization of citrus fruits in production of eco-enzyme', *Journal of Agriculture and Food Research*, 13(May), p. 100657. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2023.100657>.
- Berliana, I.A., Sumarsih, U. and Gusnadi, D. (2021) 'Inovasi Cream Soup Berbahan Dasar Kulit Semangka', *eProceedings of Applied Science*, 7(5), pp. 1478–1486.
- Duma, I. *et al.* (2023) 'Antibacterial activity of eco-enzyme waste of Citrus sinensis, Musa paradisiaca L. var bluggoe, and their combination against Staphylococcus aureus', *Majalah Farmasetik*, 19(4), pp. 504–513.
- Dwiari, S.R. *et al.* (2008) *Teknologi Pangan SMK Jilid 1, Gastronomía ecuatoriana y turismo local*.
- Eskundari, R.D., Wardoyo, S.H. and Azzahra, A.F. (2023) 'Effect of Ecoenzyme Application for Cayenne Pepper Storage', *Jurnal Biologi Tropis*, 23(1), pp. 506–510. Available at: <https://doi.org/10.29303/jbt.v23i1.6311>.
- Hamidah, L. and Hafisah, H. (2022) 'Application of spinach and orange peel eco enzymes in tomato preservation', *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 8(Bps 2021), pp. 154–158. Available at: <https://doi.org/10.13057/psnmbi/m080208>.
- Ilmiah, J. and Pendidikan, W. (2023) '5 12345', *Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 9(3), pp. 312–316.
- Irene Felicia Sihite (2024) 'Eco Enzyme dengan Kulit Buah dan Sayuran Beserta Manfaatnya untuk Kehidupan Manusia', *IKRA-ITH Teknologi Jurnal Sains dan Teknologi*, 8(1), pp. 48–53. Available at: <https://doi.org/10.37817/ikraith-teknologi.v8i1.3242>.
- Kartika, H. and Bakti, C.S. (2022) 'Edukasi Pembuatan Eco-Enzyme dalam Pemanfaatan Limbah Organik', *Journal of Community Service and Engagement ( JOCOSAE )*, 02(06), pp. 53–57.
- Low, C.W., Ling, R.L.Z. and Teo, S.-S. (2021) 'Effective Microorganisms in Producing Eco-Enzyme from Food Waste for Wastewater Treatment', *Applied Microbiology: Theory & Technology*, 2(1), pp. 28–36. Available at: <http://ojs.wiserpub.com/index.php/AMTT/>.
- Lucarini, M. *et al.* (2021) 'Fruit wastes as a valuable source of value-added compounds: A collaborative perspective', *Molecules*, 26(21), pp. 1–27. Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules26216338>.
- Mardatillah, A. *et al.* (2022) 'Prosiding SEMNAS BIO 2022 UIN Syarif Hidayatullah Jakarta Pembuatan Ecoenzyme sebagai Upaya Pengolahan Limbah Rumah Tangga', pp. 418–425.
- Mustajab, R. (2023) 'Data Konsumsi Cabai Rawit oleh Rumah Tangga di Indonesia (2015-2020)'. Available at: <https://data.goodstats.id/statistic/elmaarmavillia/angka-konsumsi-cabai-rawit-tahunan-di-indonesia-meningkat-fatrk>.
- Natasya, N. *et al.* (2023) 'Analysis of Eco-enzyme Quality Based on Differences in Plant Tissue', *Jurnal Biota*, 9(1), pp. 45–53. Available at: <https://doi.org/10.19109/biota.v9i1.13166>.
- Ni'matul Maula, R. *et al.* (2020) 'Analisis Efektifitas Penggunaan Eco-enzyme pada Pengawetan Buah Stroberi dan Tomat dengan Perbandingan Konsentrasi', *Prosiding Seminar Edusainstech*, 4, pp. 434–442.
- Nurlatifah, I., Agustine, D. and Puspasari, E. (2022) 'Production and Characterization of Eco-Enzyme from Fruit Peel Waste', pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.4108/eai.25-11-2021.2318816>.
- Paendong, A. *et al.* (2023) 'Eco Style: Pemanfaatan Eco-Enzyme Sebagai Pupuk Organik Lokal Yang Menguntungkan Pada Produksi Dan Pendapatan Usahatani Stevia Rebaudiana', *Agri-Sosioekonomi*, 19(1), pp. 549–556. Available at: <https://doi.org/10.35791/agrsossek.v19i1.46748>.
- Pebriani, T.H. *et al.* (2022) 'Pemanfaatan Kulit Buah sebagai Bahan Baku Eco-enzyme di Dusun Demungan', *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat (DiMas)*, 4(2), pp. 43–49.
- Pravitasari, N., Astuti, A. and Maharani, E. (2022) 'Analisis Kadar dan Mutu Ecoenzim Kulit Nanas Dalam Pengawetan Buah Anggur dan Buah Tomat', *Jurnal Teknologi Pangan*, 6(2), pp. 19–23. Available at: <https://doi.org/10.14710/jtp.2022.26538>.
- R. Haryo Bimo Setiarto, S.Si, M.S. (2020) *Teknologi Pengawetan Pangan Dalam Perspektif Mikrobiologi*. GuePedia. Available at: [https://books.google.co.id/books?id=JmpNEAAQBAJ&lpg=PA3&ots=rB-Rw\\_a-Pp&dq=pengawetan pangan&lr&pg=PA2#v=onepage&q=pengawetan pangan&f=true](https://books.google.co.id/books?id=JmpNEAAQBAJ&lpg=PA3&ots=rB-Rw_a-Pp&dq=pengawetan pangan&lr&pg=PA2#v=onepage&q=pengawetan pangan&f=true).
- Rizki Permata Sari, Andari Puji Astuti, E.T.W.M. (2020) 'Pengaruh Ecoenzym Terhadap Tingkat Keawetan Buah Anggur Merah dan Anggur Hitam', 6(2009).
- Saidi, I.A. and Wulandari, F.E. (2019) *Pengeringan Sayuran dan Buah-buahan, Pengeringan Sayuran Dan Buah -buahan*.
- Singh, S. (2011) 'Preservation technologies for fresh fruits and vegetables', *Stewart Postharvest Review*, 7(1). Available at: <https://doi.org/10.2212/spr.2011.1.5>.
- Sulistyaningrum, A. and Darudriyo (2018) 'Penurunan Kualitas Cabai Rawit Selama Penyimpanan Dalam Suhu

- Ruang Decreasing of Cayenne Pepper Quality During Storage in Room Temperature', *Jurnal Agronida*, 4(2), pp. 64–71.
- Supebrianto and Handoko, Y.A. (2023) 'Menentukan Jenis Kulit Buah Terbaik Untuk Menghasilkan Produk Eco-enzyme', *Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UNS Dalam Rangka Dies Natalis ke-47 UNS Tahun 2023*, 7(1), pp. 1273–1281.
- Tahir, M.M. (2023) *Penanganan Pasca Panen Dan Produk Olahan Sayuran*. Nas Media Pustaka.
- Widiani, N. and Novitasari, A. (2023) 'Produksi Dan Karakterisasi Eco-Enzim Dari Limbah Organik Dapur', *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, 14(1), p. 110. Available at: <https://doi.org/10.24127/bioedukasi.v14i1.7779>.
- Wulandari, N.Y., Suryadi, T. and Pratiwi, A. (2019) 'Penggunaan Ekstrak Daun Kirinyuh Dan Lama Perendaman Untuk Memperpanjang Masa Simpan Cabai Rawit', *Agriekstensia ...*, 18(2), pp. 125–134. Available at: <https://jurnal.polbangtanmalang.ac.id/index.php/agriekstensia/article/view/429>.
- Wulandari, W.S. and Winarsih, W. (2023) 'Pengaruh Ekoenzim Berbagai Limbah Kulit Buah terhadap Penurunan Konsentrasi Surfaktan pada Air Limbah Laundry', *LenteraBio : Berkala Ilmiah Biologi*, 13(1), pp. 93–104. Available at: <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v13n1.p93-104>.