

Research Paper

Optimasi Pengawetan Hasil Pasca Panen Bawang Merah (*Allium Aescalonicum L*) melalui Penerapan Teknologi Iradiasi Sinar Gamma Co-60

*Optimizing Post-Harvest Preservation of Shallots (*Allium Aescalonicum L*) through the Application of Co-60 Gamma Ray Irradiation Technology*

Arianto Passalli Sarjono^{*,a}, Alfiah Indriastuti^b, Hijrah Amaliah Azis^b, Nurfika Ramdani^b, Mariaulfa Mustam^b, Ida Ifdaliah Amin^{b,c}, Nurhikmah Wahab^b, Daniel Bangun^a

^aProgram Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sulawesi, Jalan Talasalapang No.51A, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90222, Indonesia.

^bProgram Studi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sulawesi, Jalan Talasalapang No.51A, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90222, Indonesia.

^cProgram Studi Teknologi Metalurgi Ekstaksi, Fakultas Vokasi, Universitas Hasanuddin, Makassar, Indonesia.

Artikel Histori : Submitted: 11 September 2024, **Revised:** 6 November 2024, **Accepted:** 18 November 2024, **Online:** 30 November 2024

 <https://doi.org/10.33096/jcpe.v9i2.1238>

ABSTRAK: Bawang merah merupakan komoditas pangan yang penting bagi kebutuhan aneka masakan khas Indonesia dan kegunaan lainnya yang luas pemanfaatannya. Namun saat ini para petani bawang merah mengeluhkan hasil pasca panen bawang merah yang mudah mengalami kerusakan seperti pembusukan, keriput, keropos, pertumbuhan akar dan tumbuhnya jamur. Untuk mengurangi kerusakan tersebut perlu dilakukan pengawetan. Salah satu alternatif teknologi tersebut adalah Iradiasi Sinar Gamma Co-60 berbasis prinsip radiasi elektromagnetik yang menghasilkan foton berenergi tinggi yang menyebabkan terjadinya ionisasi dan eksitasi pada materi yang dilaluinya. Sifat sinar Gamma yang digunakan dalam proses pengawetan mempunyai daya tembus besar dan tidak menimbulkan perubahan suhu pada bahan pangan yang di Iradiasi. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma Co-60 terhadap optimasi masa simpan pengawetan pasca panen bawang merah dengan variasi dosis kontrol : rendah, sedang dan tinggi, variasi temperatur serta parameter mutu. Metode tahapan penelitian ini yaitu :1) Preparasi sampel. 2) Penyinaran Iradiasi Sinar Gamma Co-60 dengan variasi dosis kontrol :rendah, sedang dan tinggi 3) Analisis pengukuran suhu dan pengukuran parameter mutu (kadar air, susut bobot, kerusakan dan kekerasan) terhadap dosis penyinaran iradiasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma Co-60 memberi pengaruh terhadap panjang tunas berdasarkan variasi dosis dan suhu yaitu pada hari 1 dan hari ke 14 kombinasi perlakuan 650Gy saat 35°C memiliki panjang tunas terkecil, kadar air tergolong tinggi, susut bobot tergolong kecil, kerusakan tergolong kecil dan kekerasan tergolong tinggi.

Kata Kunci: Bawang merah; Pengawetan; Iradiasi; Sinar gamma Co-60; Pasca panen

ABSTRACT: Shallots are an important food commodity for the needs of various Indonesian cuisines and other uses that are widely utilized. However, currently shallot farmers complain about post-harvest shallots that are easily damaged such as rotting, wrinkling, porous, root growth and fungal growth. To reduce this damage, preservation is needed. One alternative technology is Co-60 Gamma Ray Irradiation based on the principle of electromagnetic radiation that produces high-energy photons that cause ionization and excitation in the material it passes through. The nature of Gamma rays used in the preservation process has great penetrating power and does not cause temperature changes in the irradiated food. The purpose of this study was to determine the effect of Co-60 gamma ray irradiation on the optimization of the shelf life of post-harvest preservation of shallots with variations in control doses: low, medium and high, variations in temperature and quality parameters. The method of this research stage is: 1) Sample preparation. 2) Gamma Ray Irradiation of Co-60 with variation of control dose: low, medium and high 3) Analysis of temperature measurement and measurement of quality parameters (water content, weight loss, damage and hardness) against the irradiation dose. The results showed that gamma ray irradiation of Co-60 affected the length of shoots based on variation of dose and temperature, namely on day 1 and day 14 the combination of 650Gy treatment at 35°C had the smallest shoot length, water content was relatively high, weight loss was relatively small, damage was relatively small and hardness was relatively high.

Keywords: Shallots; Preservation; Irradiation; Co-60 gamma rays; Post harvest.

Published by
Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI) Makassar- Sulawesi Selatan
e-mail : jcpe@umi.ac.id

Corresponding Author *
ari.ps85@gmail.com



1. PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonicum L.*) merupakan komoditas sayuran yang cukup strategis dan mampu menaikkan nilai ekonomis bagi petani bawang di Indonesia [1]. Manfaat bawang merah yang cukup banyak dalam kehidupan manusia menyebabkan permintaan terhadap bawang merah itu sendiri meningkat serta secara langsung membuka peluang pasar yang cukup besar [2]. Bawang merah dapat digunakan sebagai penyedap masakan, selain itu bawang merah memiliki nilai gizi yang tinggi [3], dan merupakan tanaman hortikultura yang sangat disukai di banyak propinsi di Indonesia [4]. Namun, produktivitas bawang merah Indonesia masih relatif rendah sebesar 9,2 ton/ha dibandingkan dengan negara-negara di Asia dan dunia yang mencapai 13-15 ton/ha [5].

Dengan banyaknya manfaat bawang merah ini, produktivitas bawang merah harus segera ditingkatkan. Mengawetkan bawang merah setelah panen dapat meningkatkan kualitas dari bawang merah itu sendiri. [6] Sejak lama, petani bawang di Indonesia telah mengenal berbagai, metode pengawetan tradisional dan non-tradisional. Pengeringan dengan sinar matahari, pengasapan dan pemanasan adalah beberapa metode yang biasa digunakan untuk pengeringan. Teknik pengawetan seperti ini memiliki banyak hambatan. Namun, pengawetan dengan menggunakan bahan kimia juga akan berakibat fatal bagi manusia jika digunakan dalam jangka waktu yang lama [7].

Untuk mengatasi hal ini, petani bawang memerlukan metode pengawetan yang tepat agar aman dikonsumsi daripada menggunakan bahan kimia. Metode pengawetan dengan sinar gamma Co-60 adalah salah satu metode pengawetan yang memiliki banyak keuntungan, termasuk dapat menghemat energi [8]. Oleh karena itu dilakukan kebaruan melalui teknik pengawetan menggunakan radiasi gamma dengan melakukan optimasi dari variasi dosis iradiasi yang digunakan [9][10]

Pemilihan metode yang digunakan pada penelitian ini dan untuk menjaga bahan pangan khususnya bawang merah pasca panen tetap aman adalah dengan iradiasi dengan gelombang elektromagnetik [11]. Gelombang elektromagnetik dibuat oleh sinar gamma yang dihasilkan oleh unsur Co-60 dan Cs-137 untuk berbagai tujuan, seperti menjaga bahan makanan tetap aman. Dalam teori pengawetan radiasi, bahan pangan mengenai sumber radiasi seperti sinar gamma, sinar X dan bekas electron. Apabila hal ini terjadi, electron akan tereksitasi, ionisasi, dan perubahan pada bahan pangan yang sudah ada. Perubahan pada sel hidup akan menghambat sintesis DNA, yang menghentikan proses dan menyebabkan efek biologis. Efek ini berfungsi sebagai dasar untuk mencegah pertumbuhan mikroorganisme pada bahan pangan. [12]

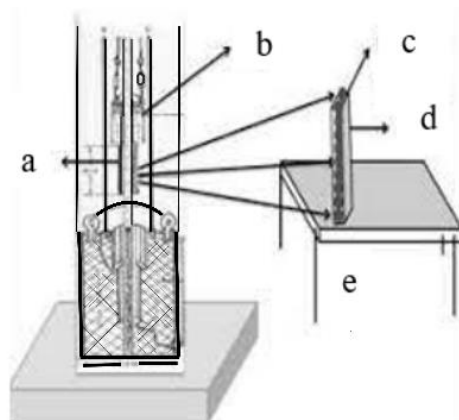
Jumlah energi radiasi yang diserap ke dalam bahan pangan disebut dosis radiasi, dan ini sangat penting untuk mengurangi paparan radiasi pada makanan [13][14]. Seringkali, dosis khusus diperlukan untuk setiap jenis makanan untuk mencapai hasil yang diinginkan. Sebaliknya, makanan dapat rusak dan tidak dapat dikonsumsi jika diberikan dosis berlebihan [15]. Oleh karena itu diperlukan suatu penelitian mendalam dan komprehensif untuk mendapatkan solusi yang tepat, diantaranya : [3][16][17]. Namun belum ada metode pengawetan yang dibuat untuk memperpanjang masa simpan bawang merah. Untuk mengatasi kelemahan ini, teknologi iradiasi gamma Co-60 akan digunakan untuk menjaga hasil pasca panen bawang merah [18]. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh iradiasi sinar gamma Co-60 terhadap optimasi masa simpan pengawetan pasca panen bawang merah dengan variasi dosis kontrol.

2. METODE PENELITIAN

Rangkaian penelitian sesuai ke-3 tahapan prosedur penelitian (Preparasi, Penyinaran Iradiasi Sinar Gamma Co-60 dan Pengukuran Suhu serta parameter mutu) ini dilaksanakan selama 4 bulan (Juni-September 2024). Persiapan, pengukuran materi penelitian dan penyinaran iradiasi sinar gamma Co-60 akan dilaksanakan

di Laboratorium BRIN Yogyakarta.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah Iradiator IRPASENA, Hygrometer, Penggaris, Wadah kotak plastik. Adapun Bahan yang akan digunakan antara lain Sampel Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.)



Gambar 1. Skema Peralatan Iradiasi IRPASENA Co-60

Keterangan : a. Sumber Co-60, b. Tutup Sumber, c. Bawang Merah, d. Luas Lapangan 40 cm x 40 cm, e. SSD = 80 cm

2.1 Prosedur Kerja

Dalam proses preparasi sampel. Sampel bawang merah disiapkan sebanyak 700 biji yaitu masing-masing 50 biji untuk kontrol. Kemudian Penyinaran Iradiasi Sinar Gamma Co-60. Penyinaran dilakukan menggunakan Iradiator IRPASENA dengan sumber Co-60 dengan SSD=80 cm. Satuan dosis serap iradiasi = Gray (Gy); nilai satu Gy setara dengan serapan 1 (satu) Joule per kg. Penyinaran dilakukan dengan variasi dosis rendah, sedang dan tinggi, yaitu 2250 Gy; 4650 Gy; 6550 Gy; Rentang waktu yang digunakan pada setiap dosis penyinaran yaitu 1-3 jam. Dan setiap dosis diulangi sebanyak 3 kali. Proses selanjutnya masing-masing sampel dimasukkan dalam plastik klip sesuai dengan parameter dosis yang diperlukan, setiap plastik klip berisi 50 biji. Dan selanjutnya dilakukan analisis pengukuran suhu serta pengukuran parameter mutu: kadar air, susut bobot, kerusakan dan kekerasan.

2.2 Analisis Parameter Mutu

Parameter pengamatan pertama yaitu kadar air yang dikeringkan menggunakan oven setiap hari selama 15 hari. Parameter kedua yaitu susut bobot yang diamati setiap hari selama 15 hari. Parameter ketiga yaitu kerusakan seperti umbi kopong atau kempes, umbi keropos, tumbuh tunas dan busuk umbi diamati setiap hari selama 15. Selanjutnya adalah pengamatan kekerasan umbi bawang merah yang diamati setiap hari pun selama 15 hari.

Kadar Air

$$Ka = \frac{Ba}{Ba+Bk} \times 100 \dots\dots\dots (1) [4]$$

Dimana : Ka = kadar air basis basah (%)

Ba = bobot air dalam bahan (g)

Bk = bobot bahan kering mutlak (g)

Susut Bobot

$$Susut\ Bobot = \frac{(A-B)}{A} \times 100 \dots\dots\dots (2) [19]$$

Keterangan : A (bobot umbi awal)

B (bobot umbi ke-n)

Kekerasan : Kekerasan bawang merah terkait pengukuran ketahanan terhadap deformasi elastis. Ini terkait dengan kemampuan bawang untuk kembali ke bentuk semula setelah diberikan tekanan. Pengukurannya menggunakan alat uji kompresi atau penetrometer dengan pendekatan yang mengukur perubahan bentuk bawang saat diberi tekanan.

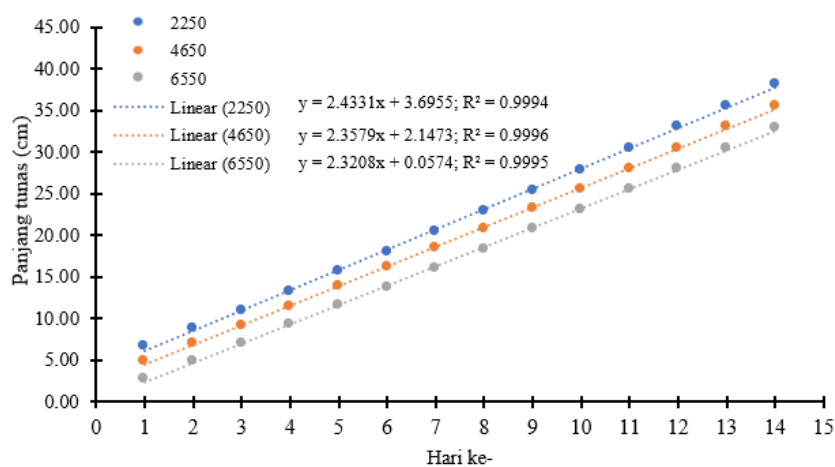
2.3 Analisis Data

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah Analisis Varian (ANOVA) yang merupakan salah satu teknik analisis multivariate yang berfungsi untuk membedakan rerata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variasinya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

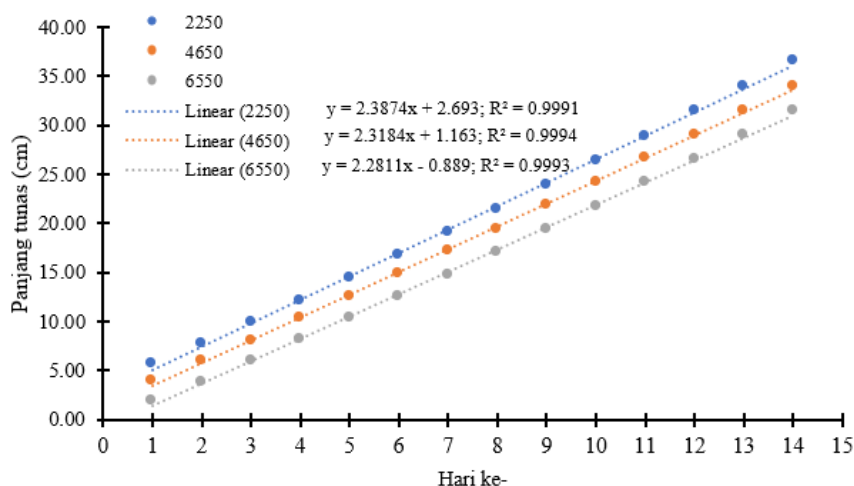
3.1. Pengaruh Variabel Dosis Iradiasi Sinar Gamma Co-60 dan Suhu 30°C, 35°C dan 40°C pada Pertumbuhan Tunas terhadap Lama Penyimpanan

Untuk Suhu 30°C



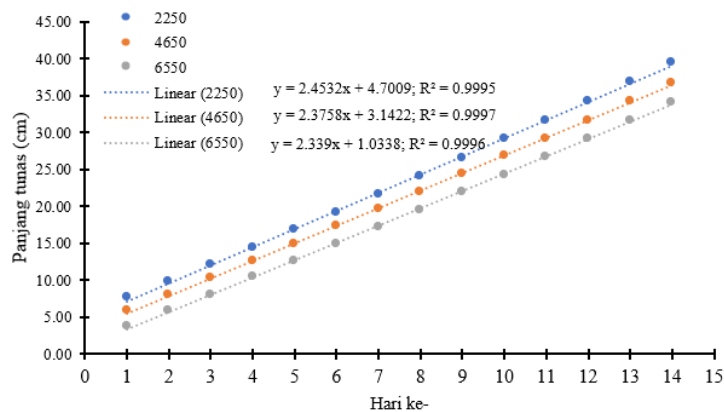
Gambar 2. Grafik Pengaruh Variabel Dosis Suhu 30°C pada Pertumbuhan Tunas terhadap Lama Penyimpanan.

Untuk Suhu 35°C



Gambar 3. Grafik Pengaruh Variabel Dosis Suhu 35°C pada Pertumbuhan Tunas terhadap Lama Penyimpanan.

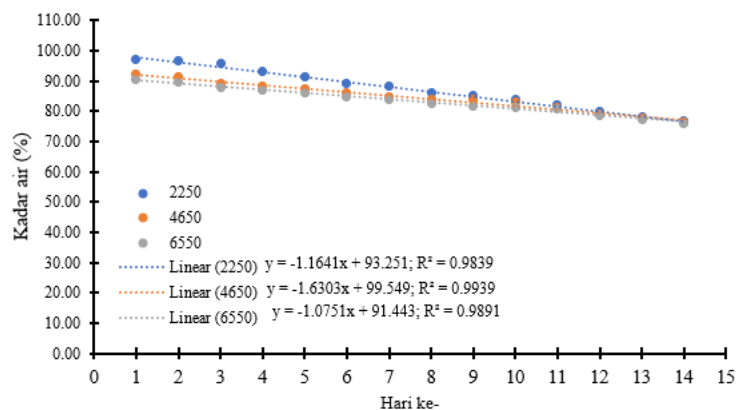
Untuk Suhu 40°C



Gambar 4. Grafik Pengaruh Variabel Dosis Suhu 40°C pada Pertumbuhan Tunas terhadap Lama Penyimpanan.

Dari ketiga grafik diatas terlihat bahwa pada suhu 30°C, 35°C dan 40°C dengan dosis 2250 Gy yang diberikan memiliki panjang tunas bawang merah yang lebih tinggi dibandingkan dengan dosis 4650 Gy dan 6550 Gy [19] [20]. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan maka panjang tunas bawang menjadi lebih kecil/lambat dibandingkan dengan dosis 4650 dan 2250 Gy. Bila dilihat dari persamaan menunjukkan bahwa pada suhu 30°C nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy yaitu $Y = 2.4331X + 3.6955$ sementara dosis 4650 Gy yaitu $Y = 2.357X - 2.147$ dan dosis 6550 Gy yaitu $2.320X - 0.057$, pada suhu 35°C nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy yaitu $Y = 2.387X + 2.693$ sementara dosis 4650 Gy yaitu $Y = 2.318X - 1.163$ dan dosis 6550 Gy yaitu $2.281X - 0.889$ dan pada suhu 40°C nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy yaitu $Y = 2.452X + 4.700$ sementara dosis 4650 Gy yaitu $Y = 2.375X - 3.142$ dan dosis 6550 Gy yaitu $2.339X - 1.033$, yang menunjukkan bahwa ketiga suhu memiliki nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy paling besar dibandingkan dosis yang lainnya. Hal ini terlihat pada panjang tunas bawang merah yang tidak sebanding dengan besarnya dosis iradiasi yang diberikan [21]. Pada grafik tersebut terlihat bahwa panjang tunas bawang merah dengan dosis 6550 Gy berada titik paling rendah yang menunjukkan bahwa panjang tunas bawang merah paling lambat, sehingga optimasi pengawetan bawang merah berada pada dosis 6550 Gy.

3.2. Analisis Kadar Air

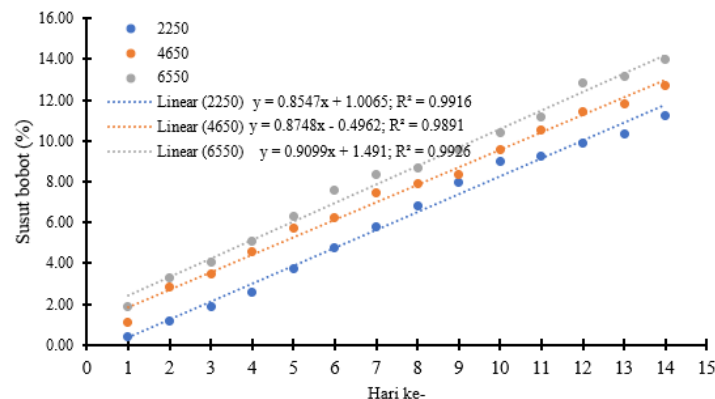


Gambar 5. Grafik Analisis Kadar Air Bawang Merah

Dari grafik diatas terlihat bahwa pada suhu dosis 2250 Gy yang diberikan memiliki kadar air bawang merah yang lebih tinggi dibandingkan dengan dosis 4650 Gy dan 6550 Gy. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan maka kadar air bawang menjadi lebih kecil dibandingkan dengan dosis 4650 dan 2250 Gy. Bila dilihat dari persamaan menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy yaitu $Y = -1.164X + 93.251$ sementara dosis 4650 Gy yaitu $Y = -1.630X + 99.549$ dan dosis 6550 Gy yaitu $-1.075X + 91.443$ yang menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy paling besar dibandingkan dosis yang

lainnya. Pada grafik tersebut terlihat bahwa kadar air bawang merah dengan dosis 6550 Gy berada titik paling rendah yang menunjukkan bahwa kadar air bawang merah paling lambat seiring dengan lama penyimpanannya [22]

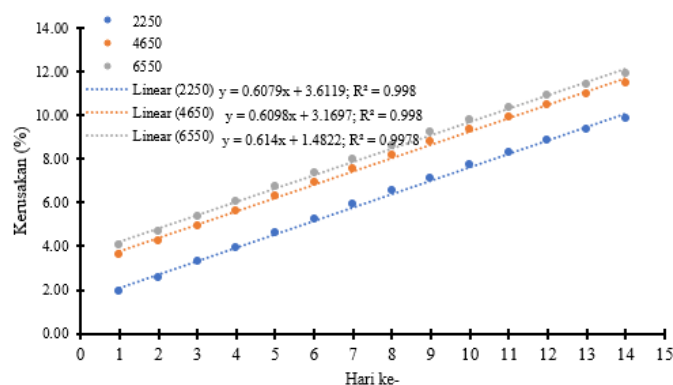
3.3. Analisis Susut Bobot



Gambar 6. Grafik Analisis Kadar Susut Bobot Bawang Merah

Dari grafik diatas terlihat bahwa pada dosis 2250 Gy yang diberikan memiliki susut bobot bawang merah yang paling rendah dibandingkan dengan dosis 4650 Gy dan 6550 Gy [23]. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan maka susut bobot bawang menjadi lebih tinggi dibandingkan dengan dosis 4650 dan 2250 Gy. Bila dilihat dari persamaan menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy yaitu $Y = 0.854X + 1.006$ sementara dosis 4650 Gy yaitu $Y = 0.874X - 0.496$ dan dosis 6550 Gy yaitu $0.909X + 1.491$ yang menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy paling besar dibandingkan dosis yang lainnya. Pada grafik tersebut terlihat bahwa susut bobot bawang merah dengan dosis 6250 Gy berada titik paling tinggi yang menunjukkan bahwa susut bobot bawang merah paling lambat [24] [25]. Susut bobot selama penyimpanan merupakan salah satu parameter mutu yang menunjukkan tingkat kesegaran. Perubahan susut bobot yang terjadi seiring dengan waktu penyimpanan, yang dimana semakin lama bawang merah disimpan maka susut bobot yang terjadi akan semakin meningkat. Kenaikan susut bobot tidak lepas dari kelembaban (RH) lingkungan dan suhu serta lama umbi bawang disimpan.

3.4. Analisis Kerusakan

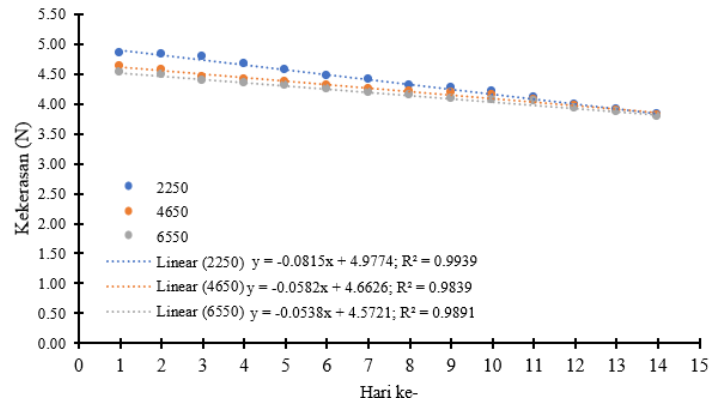


Gambar 7. Grafik Analisis Kadar Kerusakan Bawang Merah

Dari grafik diatas terlihat bahwa pada dosis 2250 Gy yang diberikan memiliki kerusakan bawang merah yang lebih rendah dibandingkan dengan dosis 4650 Gy dan 6550 Gy. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan maka kerusakan bawang menjadi lebih besar dibandingkan dengan dosis 4650 dan 2250 Gy. Bila dilihat dari persamaan menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy yaitu $Y = 0.607X + 3.6119$ sementara dosis 4650 Gy yaitu $Y = 0.609X + 3.169$ dan dosis 6550 Gy yaitu $0.614 X + 1.482$

yang menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dosis 6550 Gy paling besar dibandingkan dosis yang lainnya. Pada grafik tersebut terlihat bahwa kerusakan bawang merah dengan dosis 2250 Gy berada titik paling rendah yang menunjukkan bahwa kerusakan bawang merah paling lambat. Untuk kerusakan bawang merah atau cacat oleh sebab fisiologis, mekanis dan lain-lain yang terlihat di permukaan seperti umbi kempes/kopong, busuk umbi dan dan umbi bertunas/ berjamur.

3.5. Analisis Kekerasan



Gambar 8. Grafik Analisis Kekerasan Bawang Merah

Dari grafik diatas terlihat bahwa pada dosis 2250 Gy yang diberikan memiliki kekerasan bawang merah yang lebih tinggi dibandingkan dengan dosis 4650 Gy dan 6550 Gy. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan maka kekerasan bawang menjadi lebih besar dibandingkan dengan dosis 4650 dan 2250 Gy. Bila dilihat dari persamaan menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy yaitu $Y = -0.0815X + 4.977$ sementara dosis 4650 Gy yaitu $Y = -0.0582X + 4.662$ dan dosis 6550 Gy yaitu $-0.053X + 4.572$ yang menunjukkan bahwa nilai koefisien regresi dosis 2250 Gy paling besar dibandingkan dosis yang lainnya. Pada grafik tersebut terlihat bahwa kekerasan bawang merah dengan dosis 6550 Gy berada titik paling rendah. Penurunan kekerasan akan terlihat apabila membandingkan kekerasan pada umbi bawang merah pada saat awal penyimpanan hingga akhir penyimpanan. Sehingga semakin lama waktu penyimpanan maka tingkat kekerasan bawang merah akan mengalami penurunan.

3.6. Hasil Analisis Korelasi

Tabel 1. Hasil Korelasi Sinar Iradiasi Dosis 2250 Gy

		Panjang tunas	Kadar air	Susut bobot	Kerusakan	Kekerasan
Panjang tunas	Pearson Correlation	1	-.835**	.867**	.741**	-.835**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.002	.000
	N	15	15	15	15	15
Kadar air	Pearson Correlation	-.835**	1	-.907**	-.824**	1.000**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Susut bobot	Pearson Correlation	.867**	-.907**	1	.962**	-.907**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kerusakan	Pearson Correlation	.741**	-.824**	.962**	1	-.824**
	Sig. (2-tailed)	.002	.000	.000		.000
	N	15	15	15	15	15
Kekerasan	Pearson Correlation	-.835**	1.000**	-.907**	-.824**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	15	15	15	15	15

**. Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. sinar = 2250

Pada panjang penyinaran 2250 Gy menunjukkan bahwa adanya hubungan antara pnjang tunas dengan kadar air, susut bobot, kerusakan dan kekerasan. Penurunan panjang tunas berkaitan dengan peningkatan kadar air ($r=-0.835^*$), penurunan panjang tunas akan meningkatkan susut bobot ($r=0.867^*$), peningkatan panjang tunas akan menurunkan kerusakan umbi ($r=0.741^*$) dan penurunan panjang tunas akan meningkatkan kekerasan umbi sebesar ($r=-0.835^*$)

Tabel 2. Hasil Korelasi Sinar Iradiasi Dosis 4650 Gy

		Panjang tunas	Kadar air	Susut bobot	Kerusakan	Kekerasan
Panjang_tunas	Pearson Correlation	1	-.832**	.802**	.874**	-.832**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kadar air	Pearson Correlation	-.832**	1	-.909**	-.987**	1.000**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Susut bobot	Pearson Correlation	.802**	-.909**	1	.937**	-.909**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kerusakan	Pearson Correlation	.874**	-.987**	.937**	1	-.987**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	15	15	15	15	15
Kekerasan	Pearson Correlation	-.832**	1.000**	-.909**	-.987**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	15	15	15	15	15

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. sinar = 4650

Pada panjang penyinaran 4650 Gy menunjukkan bahwa adanya hubungan antara pnjang tunas dengan kadar air, susut bobot, kerusakan dan kekerasan. Penurunan panjang tunas berkaitan dengan peningkatan kadar air ($r=-0.832^*$), penurunan panjang tunas akan meningkatkan susut bobot ($r=0.802^*$), peningkatan panjang tunas akan menurunkan kerusakan umbi ($r=0.874^*$) dan penurunan panjang tunas akan meningkatkan kekerasan umbi sebesar ($r=-0.832^*$)

Tabel 3. Hasil Korelasi Sinar Iradiasi Dosis 6550 Gy

		panjang tunas	kadar air	susut bobot	kerusakan	kekerasan
panjang_tunas	Pearson Correlation	1	-.818**	.772**	.832**	-.818**
	Sig. (2-tailed)		.000	.001	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
kadar_air	Pearson Correlation	-.818**	1	-.945**	-.965**	1.000**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
susut_bobot	Pearson Correlation	.772**	-.945**	1	.984**	-.945**
	Sig. (2-tailed)	.001	.000		.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kerusakan	Pearson Correlation	.832**	-.965**	.984**	1	-.965**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	15	15	15	15	15
Kekerasan	Pearson Correlation	-.818**	1.000**	-.945**	-.965**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	15	15	15	15	15

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. sinar = 6550

Pada panjang penyinaran 6550Gy menunjukkan bahwa adanya hubungan antara panjang tunas dengan kadar air, susut bobot, kerusakan dan kekerasan. Penurunan panjang tunas berkaitan dengan peningkatan kadar air ($r=-0.818^*$), penurunan panjang tunas akan meningkatkan susut bobot ($r=0.772^*$), peningkatan panjang tunas

akan menurunkan kerusakan umbi ($r=0.832^*$) dan penurunan panjang tunas akan meningkatkan kekerasan umbi sebesar ($r=-0.818^*$). Hasil korelasi pada variasi suhu 30°C , 35°C , dan 40°C , dapat dilihat pada Tabel 4, 5, dan 6.

Tabel 4. Hasil Korelasi Pada Suhu 30°C

		Panjang tunas	Kadar air	Susut bobot	Kerusakan	Kekerasan
panjang_tunas	Pearson Correlation	1	.916**	-.954**	-.906**	.916**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kadar air	Pearson Correlation	.916**	1	-.962**	-.884**	1.000**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Susut bobot	Pearson Correlation	-.954**	-.962**	1	.949**	-.962**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kerusakan	Pearson Correlation	-.906**	-.884**	.949**	1	-.884**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	15	15	15	15	15
Kekerasan	Pearson Correlation	.916**	1.000**	-.962**	-.884**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	15	15	15	15	15

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. suhu = 30°C

Pada suhu 30°C menunjukkan bahwa adanya hubungan antara panjang tunas dengan kadar air, susut bobot, kerusakan dan kekerasan. Penurunan panjang tunas berkaitan dengan penurunan kadar air ($r=0.916^*$), penurunan panjang tunas akan meningkatkan susut bobot ($r=-0.954^*$), peningkatan panjang tunas akan menurunkan kerusakan umbi ($r=-0.906^*$) dan penurunan panjang tunas akan menurunkan kekerasan umbi sebesar ($r=0.916^*$).

Tabel 5. Hasil Korelasi Pada Suhu 35°C

		Panjang tunas	Kadar air	Susut bobot	Kerusakan	Kekerasan
Panjang tunas	Pearson Correlation	1	.919**	-.953**	-.940**	.919**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kadar air	Pearson Correlation	.919**	1	-.967**	-.915**	1.000**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Susut bobot	Pearson Correlation	-.953**	-.967**	1	.968**	-.967**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kerusakan	Pearson Correlation	-.940**	-.915**	.968**	1	-.915**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	15	15	15	15	15
Kekerasan	Pearson Correlation	.919**	1.000**	-.967**	-.915**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	15	15	15	15	15

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. suhu = 35°C

Pada suhu 35°C menunjukkan bahwa adanya hubungan antara pnjang tunas dengan kadar air, susut bobot, kerusakan dan kekerasan. Penurunan panjang tunas berkaitan dengan penurunan kadar air ($r=0.919^*$), penurunan panjang tunas akan meningkatkan susut bobot ($r=-0.953^*$), peningkatan panjang tunas akan menurunkan kerusakan umbi ($r=-0.940^*$) dan penurunan panjang tunas akan menurunkan kekerasan umbi sebesar ($r=0.919^*$).

Tabel 6. Hasil Korelasi Pada Suhu 40°C

		Panjang tunas	Kadar air	Susut bobot	Kerusakan	Kekerasan
Panjang tunas	Pearson Correlation	1	.916**	-.955**	-.916**	.916**
	Sig. (2-tailed)		.000	.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kadar air	Pearson Correlation	.916**	1	-.962**	-.879**	1.000**
	Sig. (2-tailed)	.000		.000	.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Susut bobot	Pearson Correlation	-.955**	-.962**	1	.955**	-.962**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000		.000	.000
	N	15	15	15	15	15
Kerusakan	Pearson Correlation	-.916**	-.879**	.955**	1	-.879**
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000		.000
	N	15	15	15	15	15
Kekerasan	Pearson Correlation	.916**	1.000**	-.962**	-.879**	1
	Sig. (2-tailed)	.000	.000	.000	.000	
	N	15	15	15	15	15

** . Correlation is significant at the 0.01 level (2-tailed).

a. suhu = 40°C

Pada suhu 40°C menunjukkan bahwa adanya hubungan antara pnjang tunas dengan kadar air, susut bobot, kerusakan dan kekerasan. Penurunan panjang tunas berkaitan dengan penurunan kadar air ($r=0.916^*$), penurunan panjang tunas akan meningkatkan susut bobot ($r=-0.955^*$), peningkatan panjang tunas akan menurunkan kerusakan umbi ($r=-0.916^*$) dan penurunan panjang tunas akan menurunkan kekerasan umbi sebesar ($r=0.916^*$).

3.7. Hasil Analisis Anova Saat 1 Hari

Tabel 7. Hasil Analisis Anova Saat 1 Hari

Suhu	Panjang sinar	Panjang tunas (cm)	kadar air (%)	Susut bobot (%)	Kerusakan (%)	Kekerasan (N)
35C	2250 Gy	5.700±0.758cd	96.953±0.259a	0.426±0.270g	1.188±0.270f	4.848±0.013a
	4650Gy	4.000±0.612e	92.313±0.140b	1.080±0.035f	1.834±0.035e	4.616±0.007b
	6550Gy	1.900±0.652g	90.576±0.186c	1.868±0.154d	2.619±0.154d	4.529±0.009b
30C	2250 Gy	6.642±0.747b	92.614±0.258b	1.332±0.270e	1.926±0.245e	4.631±0.013b
	4650Gy	4.907±0.617d	87.980±0.140d	1.975±0.035d	3.621±0.141c	4.399±0.007c
	6550Gy	2.769±0.657f	86.249±0.187e	2.760±0.154b	4.064±0.165b	4.312±0.009c
40C	2250 Gy	7.613±0.742a	91.977±0.258b	1.864±0.270d	2.635±0.395d	4.599±0.013b
	4650Gy	5.86±0.619bc	87.344±0.140d	2.504±0.034c	4.265±0.028b	4.367±0.007c
	6550Gy	3.701±0.660e	85.613±0.187e	3.287±0.154a	4.830±0.105a	4.281±0.009c

Keterangan : Angka rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan multiple range test pada tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa saat 1 hari kombinasi perlakuan 650Gy saat 35°C memiliki panjang tunas terkecil, kadar air tergolong tinggi, susut bobot tergolong kecil, kerusakan tergolong kecil, dan kekerasan tergolong tinggi.

3.8. Hasil Analisis Anova Saat 14 Hari

Tabel 8. Hasil Analisis Anova Saat 14 Hari

Suhu	Panjang sinar	Panjang tunas (cm)	kadar air (%)	Susut bobot (%)	Kerusakan (%)	Kekerasan (N)
35°C	2250 Gy	36.580±0.767c	76.594±0.149a	11.234±0.232g	9.102±0.270f	3.83±0.007a
	4650Gy	34.014±0.617e	76.164±0.05b	12.713±0.229e	9.691±0.034e	3.808±0.002a
	6550Gy	31.454±0.649g	75.736±0.057c	14.019±0.143c	10.452±0.154d	3.787±0.003b
30°C	2250 Gy	38.147±0.766b	72.02±0.148d	12.089±0.232f	9.839±0.245e	3.601±0.007c
	4650Gy	35.506±0.618d	71.639±0.05e	13.567±0.229d	11.478±0.141c	3.582±0.002d
	6550Gy	32.913±0.646f	71.229±0.058g	14.873±0.143b	11.896±0.165b	3.561±0.003d
40°C	2250 Gy	39.399±0.766a	71.360±0.148f	12.606±0.232e	10.549±0.395d	3.568±0.007d
	4650Gy	36.727±0.618c	70.983±0.05h	14.084±0.229c	12.122±0.028b	3.549±0.002d
	6550Gy	34.121±0.645e	70.576±0.058i	15.389±0.143a	12.662±0.105a	3.529±0.003d

Keterangan : Angka rerata yang diikuti dengan huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata berdasarkan uji lanjut Duncan multiple range test pada tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa saat 14 hari kombinasi perlakuan 6550Gy saat 35°C memiliki panjang tunas terkecil, kadar air tergolong tinggi, susut bobot tergolong kecil, kerusakan tergolong kecil, dan kekerasan tergolong tinggi.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian didapatkan kesimpulan bahwa iradiasi sinar gamma Co-60 memberi pengaruh terhadap panjang tunas berdasarkan variasi dosis 2550 Gy, 4650 Gy dan 6550 Gy serta suhu. Hasil optimasi pengawetan bawang merah melalui penyinaran iradiasi sinar Gamma Co-60 didapatkan pada dosis 6550 Gy selama 14 hari dengan suhu 35°C memiliki panjang tunas terkecil, kadar air tergolong tinggi, susut bobot tergolong kecil, kerusakan tergolong kecil, dan kekerasan tergolong tinggi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih banyak kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan Riset dan Teknologi Republik Indonesia, Direktorat Riset, Teknologi dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) yang telah memberi bantuan pendanaan hibah penelitian pada skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun Anggaran 2024 dan Universitas Teknologi Sulawesi serta tim LPPkM Universitas Teknologi Sulawesi untuk segala dukungannya

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Alfariatna, F. Kusmiyati, and S. Anwar, "Karakter Fisiologi dan Pendugaan Heritabilitas Tanaman M1 Bawang Merah (*Allium Ascalonicum* L.) Hasil Induksi Iradiasi Sinar Gamma," *Journal of Agro Complex*, vol. 2, no. 1, p. 19, Feb. 2018, doi: 10.14710/joac.2.1.19-28.
- [2] B. P. Frans Natanael and E. Ferry Sitepu, "Pertumbuhan Dan Produksi Genotipe Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Lokal Humbang Hasundutan Akses Tipang Generasi Pertama (M1V1) Hasil Iradiasi Sinar Gamma." [Online]. Available: <https://jurnal.usu.ac.id/agroekoteknologi>
- [3] Sri Yunita Simanjuntak, "Perubahan Keragaman Morfologi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Akibat Pemberian Kolkisin dan Iradiasi Sinar Gamma," *Jurnal Agroekoteknologi FP USU*, vol. 6, no. 4, pp. 715–721, 2018.
- [4] A. Passalli and A. Passalli Sarjono, "Drying Onion Slices using a Food Dehydrator," *Eduvest-Journal of Universal Studies*, vol. 2, no. 7, 2022, [Online]. Available: <http://eduvest.greenvest.co.id>

- [5] N. Farid and S. Pascasarjana, "Perakitan Klon Bawang Merah Hasil Tinggi Dan Tahan Penyakit Bercak Ungu," 2012.
- [6] H. Wathan, "Pengaruh konsentrasi ekstrak bawang merah (*Allium cepa* L.) terhadap pertumbuhan setek nilam (*Pogostemon cablin* Benth.)," *Januari*, vol. 5, no. 1, pp. 11–21, doi: 10.30862/cassowary.cs.v5.i1.117.
- [7] F. Rahmawati, "Pengawetan Makanan Dan Permasalahannya."
- [8] N. Asiah, K. N. Kusaumantara, and A. N. Annisa, "Iradiasi Bahan Pangan: Antara Peluang dan Tantangan untuk Optimalisasi Aplikasinya Food Irradiation: Between Opportunity and Challanges for Optimizing Applications".
- [9] Dwiloka, "Iradiasi Pangan," *Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Semarang*, pp. 1–151, 2012, Accessed: Mar. 02, 2024. [Online]. Available: <http://eprints.undip.ac.id/21350/1/907-ki-fp-05.pdf>
- [10] Mehran and Ely Kesumawati Sufardi, "Pertumbuhan Dan Hasil Beberapa Varietas Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L) Pada Tanah Aluvial Akibat Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Npk".
- [11] W. Khazanah and R. Safitri, "The Effect of Irradiation to Sensoric Characteristic, Physic and Microbe in Sie Balu, Acehnese Dried Meat," *Open Acces Int. J. Trop. Vet. Biomed. Res*, vol. 2, no. 1, pp. 12–17, 2017, [Online]. Available: www.jurnal.unsyiah.ac.id/IJTVBR
- [12] P. Dingin Bawang Merah Varietas Bima Brebes *et al.*, "Penyimpanan Dingin Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Bima Brebes," 2016.
- [13] D. Standardisasi *et al.*, "Cara Iradiasi Yang Baik Untuk Menghambat Pertunasan Pada Umbi Lapis Dan Umbi Akar," 2004.
- [14] A. Sumarianti, K. D. Jayanti, and Y. Tanari, "Pengaruh frekuensi penyiraman terhadap pertumbuhan dan hasil bawang merah (*Allium cepa* L.)," *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, vol. 15, no. 1, pp. 39–43, Mar. 2022, doi: 10.21107/agrovigor.v15i1.13381.
- [15] M. Kasim and Y. Tambing, "Effect of Various KCl Dosage and Height Place of Depository Quality of Shallot Seed (*Allium ascalonicum* L.) Varieties Lembah Palu," 2015.
- [16] Satria Anpama and Irfan, "Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Terhadap Keragaman Genetik Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) M4 Varietas Bauji Untuk Perbaikan Varietas," *Agrienvi*, vol. 12, no. 2, pp. 59–65, Dec. 2021.
- [17] A. Ulfa Batubara and F. T. Ezra Sitepu, "Karakter Pertumbuhan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) Varietas Lokal Samosir Pada Beberapa Dosis Iradiasi Sinar Gamma Growth Characters of Shallot (*Allium ascalonicum* L.) Local Samosir Varieties on Several Doses of Gamma Rays Irradiation," vol. 3, no. 1, pp. 426–434, 2015.
- [18] A. Bashar, "Penentuan Waktu Simpan Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Metode Pengasapan Tradisional Determining The Storage Time Of Red Onion (*Allium Ascalonicum* L.) Using Traditional Fuming Method," vol. 8, no. 1, pp. 122–131, 2024, doi: 10.26877/jiphp.v8vi1i.19352.
- [19] P. Elizani, "Pengaruh Simulasi La Nina Terhadap Mutu Bawang Merah Selama Penyimpanan Suhu Ruang The Effect Of Simulation Of La Nina On Shallot Quality During The Storage At Room Temperature," 2019.
- [20] A. A. Mutia, Y. A. Purwanto, and L. Pujantoro, "perubahan kualitas bawang merah (*allium ascalonicum* l. Perubahan kualitas bawang merah () selama penyimpanan pada tingkat kadar air dan suhu yang berbeda," 2014.

- [21] R. Hayati, “Pengaruh Konsentrasi Gel Lidah Buaya Dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Bawang Merah (*Allium Cepa* L.),” 2022.
- [22] R. Sinaga, N. Waluyo, R. W. Arief, and G. O. Manurung, “Uji adaptasi beberapa bawang merah (*allium cepa* var *aggregatum* l.) Pada musim hujan (off season) di lahan kering masam, lampung,” *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, vol. 23, no. 3, pp. 419–428, Sep. 2023, doi: 10.25181/jppt.v23i3.2524.
- [23] " Transformasi, S. Pangan, K. Pertanian, L. Fauziah Nurfuad, T. Hidayat, and N. A. Utama, “Kualitas umbi benih bawang merah yang diaplikasikan dengan berbagai konsentrasi nano abu sekam secara foliar.”
- [24] A. K. Mutia, “Pengaruh Kadar Air Awal pada Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Susut Bobot dan Tingkat Kekerasan Selama Penyimpanan pada Suhu Rendah Influence of Initial water content on red onion (*Allium ascalonicum* L.) against Reduced weights and levels of Violence During Storage at low temperature.”
- [25] A. S. Sarjani, E. R. Palupi, M. R. Suhartanto, and Y. A. Purwanto, “Pengaruh Suhu Ruang Simpan dan Perlakuan Pasca Penyimpanan terhadap Mutu dan Produktivitas Umbi Benih Bawang Merah (*Allium cepa* L. group *Aggregatum*),” *Jurnal Hortikultura Indonesia*, vol. 9, no. 2, pp. 111–121, Aug. 2018, doi: 10.29244/jhi.9.2.111-121.