

**PENGARUH RADIASI SINAR GAMMA TERHADAP KERAGAMAN GENETIK  
TANAMAN BAWANG MERAH (*Allium ascalonicum L.*) M<sub>4</sub> VARIETAS BAUJI UNTUK  
PERBAIKAN VARIETAS**

*THE INFLUENCE OF GAMMA-RAYS RADIATION TO THE GENETIC VARIETY  
OF SHALLOT (*Allium ascalonicum L.*) M<sub>4</sub> BAUJI VARIETY FOR THE IMPROVEMENT OF  
VARIETIES*

**Irfan Satria Anpama, Ida Retno Moeljani, Juli Santoso**  
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur, Surabaya.  
E-mail: irfansat521@gmail.com

**ABSTRACT**

Shallot (*Allium ascalonicum L.*) is one of the horticultural commodities that are needed by the community and has a high economic value in Indonesia. The efforts to increase the productivity and quality of shallot continue to be done through plant breeding programs. One of the efforts of plant breeding shallot is done through breeding mutations, namely with the objective of improving varieties Bauji so high, good quality and resistant to major pests and diseases. One of the factors that play a role in the increased production of shallot is the superior varieties. For assembly of high yielding varieties need the expansion of the genetic diversity, where one of them can be done with a mutation of the radiation. With mutations radiation aksan created genetic diversity of new so as to give more chances to make the selection. Mutation is a process in which genes undergo changes or type all sorts of material change descendants that cause changes in the phenotype that is passed on from one to the next generation. This study aims to obtain the value of genetic diversity and heritability on the agronomic characters of onion plant varieties bauji with the treatment of radiation gamma rays <sup>60</sup>Co. Irradiation of gamma rays <sup>60</sup>Co influential on character growth and yield in shallot plant varieties Bauji the fourth generation. Irradiation treatment with a dose of 4 Gy (B4) have better results on the parameters of plant length, leaf number, root diameter, and number of tillers than the control plants or without irradiation.

**Keywords:** Mutation, gamma ray radiation, varieties improvement.

**ABSTRAK**

Bawang merah (*Allium ascalonicum L.*) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi di Indonesia. Upaya peningkatan produktivitas dan kualitas bawang merah terus dilakukan melalui program pemuliaan tanaman. Salah satu upaya pemuliaan tanaman bawang merah dilakukan melalui pemuliaan mutasi yaitu dengan tujuan memperbaiki varietas Bauji agar berdaya hasil tinggi, berkualitas baik dan tahan terhadap hama dan penyakit utama. Salah satu faktor yang berperan dalam peningkatan produksi bawang merah adalah varietas unggul. Untuk perakitan varietas unggul perlu adanya perluasan keragaman genetik, dimana salah satunya dapat dilakukan dengan mutasi radiasi. Dengan mutasi radiasi aksan tercipta keragaman genetik baru sehingga memberikan kesempatan lebih banyak untuk melakukan seleksi. Mutasi adalah suatu proses dimana gen mengalami perubahan atau segala macam tipe perubahan bahan keturunan yang menyebabkan perubahan fenotip yang diwariskan dari satu ke generasi berikutnya. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan nilai keragaman genetik dan heritabilitas pada karakter agronomi tanaman bawang merah varietas bauji dengan perlakuan radiasi sinar gamma <sup>60</sup>CO. Iradiasi sinar gamma <sup>60</sup>Co berpengaruh terhadap

karakter pertumbuhan dan hasil pada tanaman bawang merah varietas Bauji generasi keempat. Perlakuan iradiasi dengan dosis 4 Gy (B<sub>4</sub>) memiliki hasil yang lebih baik pada parameter panjang tanaman, jumlah daun, diameter umbi, dan jumlah anakan dari tanaman kontrol atau tanpa iradiasi.

**Kata kunci:** Mutasi, radiasi sinar gamma, perbaikan varietas.

## PENDAHULUAN

Bawang merah (*Allium ascalonikum* L.) merupakan salah satu komoditas hortikultura yang sangat dibutuhkan oleh masyarakat dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi di Indonesia. Produksi bawang merah (*Allium ascalonikum* L) nasional tahun 2015 hanya mencapai sebesar 1,234 juta ton. Dibanding dengan tahun 2014, produksi meningkat sebesar 223.33 ribu ton (22.0%) (BPS, 2019). Salah satu faktor yang berperan dalam peningkatan produksi bawang merah (*Allium ascalonikum* L.) adalah varietas unggul.

Salah satu faktor yang berperan dalam peningkatan produksi bawang merah adalah varietas unggul. Menurut Arwin, 2015 Untuk perakitan varietas unggul perlu adanya perluasan keragaman genetik, dimana salah satunya dapat dilakukan dengan mutasi radiasi. Dengan mutasi radiasi aksan tercipta keragaman genetik baru sehingga memberikan kesempatan lebih banyak untuk melakukan seleksi. Menurut Suprasanna (2013), Pengembangan potensi tanaman lokal perlu dilakukan dengan cara perbaikan karakter varietas lokal yang ada agar meningkatkan jumlah produksi, salah satunya dengan cara pemuliaan mutasi.

Tanaman memiliki sifat unggul yang berbeda-beda pada setiap varietasnya. Karena hal itu petani memiliki keinginan untuk membuat varietas baru agar tanaman memiliki sifat unggul sesuai keinginannya. Zainal dan Anwar, (2011) menyatakan bahwa koleksi genotipe-genotipe dilakukan sebagai langkah awal untuk perakitan kultivar tahan cekaman biotik. Keragaman genetik yang luas telah diinduksi dengan percobaan-percobaan mutagenik yang digunakan dalam ilmu pemuliaan tanaman dan program perkembangan tanama (Schaart, 2016).

Mutasi merupakan metode efektif untuk meningkatkan keragaman tanaman yang secara umum diperbanyak menggunakan umbi seperti bawang merah. Tanaman tersebut mampu diperbanyak

menggunakan biji, tetapi kendala utama yang dihadapi adalah tingkat pembungaan dan pembentukan biji yang rendah (Rosliani, Suwandi, Sumarni, 2012).

Keragaman genetik merupakan salah satu faktor penting tanaman dalam mempertahankan keberadaan jenisnya. Kemampuan mempertahankan diri dari serangan penyakit dan perubahan iklim ekstrem dimiliki oleh suatu populasi dengan keragaman genetik tinggi, sehingga dapat hidup dalam kondisi lingkungan yang baik pada beberapa generasi. Tingkat keragaman genetik suatu tanaman merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan strategi pemuliaan tanaman. Nilai keragaman genetik suatu populasi bergantung juga pada keberhasilan sistem reproduksi pada populasi tersebut (Suryati, 2014).

Radiasi merupakan pancaran energi melalui suatu materi atau ruang dalam bentuk panas, partikel, atau gelombang elektromagnetik (foton) dari sumber energi. Sinar gamma ( $\gamma$ ) merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki panjang gelombang terkecil tetapi memiliki energi terbesar dibandingkan gelombang lain dalam spektrum elektromagnetik. Sinar gamma merupakan radiasi pengion dan berinteraksi pada atom atau molekul untuk menghasilkan radikal bebas dalam sel. Radikal ini dapat merusak atau memodifikasi komponen penting dari sel tanaman dan telah dilaporkan mempengaruhi morfologi, anatomi, fisiologi tanaman yang terjadi secara berbeda pada tingkat iradiasi. Hal inilah yang menyebabkan perubahan struktur tumbuhan dan metabolisme tanaman (Rahimi dan Bahrani, 2011).

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kebun Petani Desa Ketindan, Kecamatan Lawang, Kabupaten Malang, Jawa Timur dengan ketinggian tempat  $\pm 600$  mdpl,

temperatur 18-30 °C, kelembaban udara rata-rata 40-70% dan curah hujan rata-rata 349 mm/th pada bulan April sampai dengan Juni 2021. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi cangkul, cetok, gembor, penggaris, planterbag, timbangan analitik, tugal (kayu), jangka sorong, dan kamera. Bahan yang digunakan umbi bawang merah varietas Bauji yang telah diradiasi dan tidak diradiasi dengan dosis 1 Gray sampai 6 Gray. Media tanam yang digunakan adalah dolomit, pupuk organik, dan kompos. Pupuk kimia yang digunakan adalah pupuk SP-36, KCl dan Pupuk NPK (16:16:16). Pestisida yang digunakan sesuai dengan serangan dan apabila dibutuhkan.

### Prosedur Penelitian

1. Umbi bawang merah yang akan ditanam merupakan umbi hasil radiasi generasi ketiga dengan dosis 0 Gy sampai 6 Gy dengan interval dosis perlakuan 1 Gy. Setiap dosis perlakuan terdapat 40 umbi yang akan ditanam.
2. Pengolahan media tanam dilakukan satu minggu sebelum penanaman, media tanam diolah dengan mencampurkan tanah dan kompos yang diratakan menggunakan cangkul. Tanah dimasukkan kedalam 70 planterbag.
3. Pelaksanaan dimulai dengan memotong 1/3 bagian atas umbi bawang merah. Penanaman dilakukan dengan menugal tanah dengan kedalaman 7 cm, dengan satu lubang tanam berisi satu umbi bawang merah.
4. Setelah berumur 1 bulan tanaman cabai rawit diberi pupuk kandang, dan dilakukan pemasangan ajir yang bertujuan agar tanaman tumbuh tegak ke atas.
5. Setiap planterbag berisi empat umbi bawang merah, dengan jarak tiap umbinya 10 cm, dan jarak antar planterbag 20 x 20 cm.
6. Tanaman bawang merah diamati pertumbuhannya setiap hari sampai 60-80 hari setelah tanam.

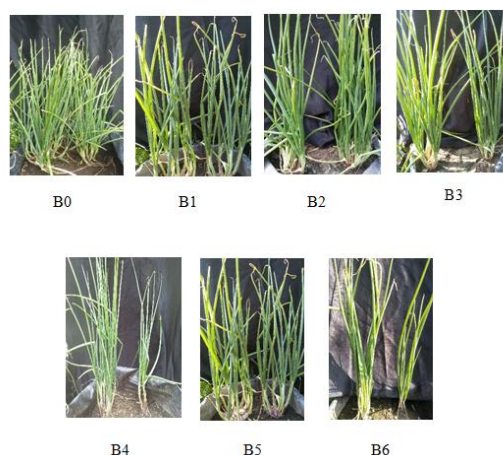
7. Pengamatan dilakukan pada karakter kualitatif tanaman serta agronomi tanaman varietas bauji, seperti tipe pertumbuhan, panjang tanaman, jumlah daun, umur berbunga (hari setelah tanam), jumlah anakan, berat brangkasan basah bawang merah, serta diameter umbi.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tanaman bawang merah varietas bauji menunjukkan hasil iradiasi sinar gamma generasi ke 4 bahwa iradiasi sinar gamma  $^{60}\text{Co}$  berpengaruh terhadap panjang daun dan jumlah daun. Panjang tanaman dan jumlah daun yang dilakukan analisis merupakan tanaman berumur 56 HST, Gambar 1 yakni pengaruh radiasi sinar gamma  $^{60}\text{Co}$  terhadap rata-rata panjang daun tanaman dan jumlah daun.

| Dosis iradiasi sinar gamma $^{60}\text{Co}$ | Panjang tanaman (cm) | Jumlah daun (helai) |
|---|----------------------|---------------------|
| B0 (0 Gy/ Kontrol)                          | 44.45                | 39.35               |
| B1 (1 Gy)                                   | 46.05                | 38.15               |
| B2 (2 Gy)                                   | 45                   | 39.15               |
| B3 (3 Gy)                                   | 40.6                 | 38.15               |
| B4 (4 Gy)                                   | 45.65                | 41.9                |
| B5 (5 Gy)                                   | 40.85                | 29.35               |
| B6 (6 Gy)                                   | 47.25                | 33.5                |

Gambar 1. Rata-rata panjang tanaman dan jumlah daun bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma  $^{60}\text{CO}$ .



Gambar 2. Perbedaan pertumbuhan tanaman bawang merah antara perlakuan B0, B1, B2, B3, B4, B5,

B6.

| Dosis iradiasi sinar<br>gamma <sup>60</sup> Co | Jumlah anakan |
|--|---------------|
| B0 (0 Gy/ Kontrol)                             | 11.05         |
| B1 (1 Gy)                                      | 12.35         |
| B2 (2 Gy)                                      | 11.35         |
| B3 (3 Gy)                                      | 12.05         |
| B4 (4 Gy)                                      | 14.1          |
| B5 (5 Gy)                                      | 10.65         |
| B6 (6 Gy)                                      | 12.45         |

Gambar 3. Perbedaan jumlah anakan tanaman bawang merah akibat perlakuan dosis iradiasi terhadap tanaman kontrol.

Gambar 3 menunjukkan bahwa tanaman kontrol memiliki jumlah anakan rata-rata 11,05. Jumlah anakan pada tanaman bawang merah berbeda nyata lebih besar dengan kontrol terdapat pada perlakuan iradiasi 5 Gy, dan berbeda sangat nyata lebih besar dari kontrol terdapat pada perlakuan iradiasi 6 Gy.

Hasil analisa tanaman bawang merah generasi ke 4 menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap parameter berat umbi basah per rumpun dan berat umbi kering udara per rumpun. Nilai rata-rata berat umbi basah per rumpun dan berat umbi kering udara per rumpun tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi sinar gamma <sup>60</sup>Co.

| Dosis iradiasi sinar<br>gamma <sup>60</sup> Co | Berat Umbi Basah Per<br>rumpun (g) | Berat Umbi Kering<br>Udara Per rumpun (g) |
|--|------------------------------------|---|
| B0 (0 Gy/ Kontrol)                             | 62.2                               | 37.1                                      |
| B1 (1 Gy)                                      | 55.35                              | 31.95                                     |
| B2 (2 Gy)                                      | 61.95                              | 37.1                                      |
| B3 (3 Gy)                                      | 50.65                              | 32.3                                      |
| B4 (4 Gy)                                      | 62.4                               | 33.1                                      |
| B5 (5 Gy)                                      | 53.55                              | 32.35                                     |
| B6 (6 Gy)                                      | 67.75                              | 45.85                                     |

Gambar 4. Perbedaan rata-rata berat umbi basah dan berat kering umbi per rumpun tanaman bawang merah akibat perlakuan dosis iradiasi terhadap tanaman kontrol.

Hasil analisa tanaman bawang merah

generasi keempat menunjukkan bahwa iradiasi sinar gamma berpengaruh sedikit terhadap parameter diameter umbi tanaman bawang merah. Nilai rata-rata diameter umbi tanaman bawang merah varietas Bauji hasil radiasi sinar gamma <sup>60</sup>Co adalah sebagai berikut.

| Dosis iradiasi sinar<br>gamma <sup>60</sup> Co | Diameter |
|--|----------|
| B0 (0 Gy/ Kontrol)                             | 2.13     |
| B1 (1 Gy)                                      | 2.01     |
| B2 (2 Gy)                                      | 2.125    |
| B3 (3 Gy)                                      | 2.115    |
| B4 (4 Gy)                                      | 2.1      |
| B5 (5 Gy)                                      | 2.075    |
| B6 (6 Gy)                                      | 2.26     |

Gambar 5. perbedaan diameter umbi akibat perlakuan dosis iradiasi terhadap tanaman kontrol. Rata-rata diameter umbi pada tanaman kontrol yaitu 2.13 cm dan tidak berbeda nyata dengan tanaman yang mendapatkan perlakuan iradiasi 2 Gy, 3 Gy, dan 6 Gy.

Terdapat beberapa perbedaan pada bentuk ukuran umbi bawang merah yang terjadi akibat perlakuan iradiasi sinar gamma <sup>60</sup>Co. Diameter pada umbi bawang merah mengalami penurunan dari kontrol, sedangkan berat pada umbi bawang merah beberapa ada yang mengalami penurunan dari kontrol yaitu pada dosis 1 Gy, 2 Gy, 3 Gy, dan 5 Gy dan berat pada umbi bawang merah yang mengalami kenaikan terdapat di 4 Gy dan 6 Gy.

Mengetahui tingkat keragaman dalam suatu populasi tanaman bawang merah varietas Bauji pada masing-masing perlakuan dosis iradiasi dapat menggunakan nilai standar deviasi. Standar deviasi merupakan nilai statistika yang digunakan untuk menentukan bagaimana persebaran data dalam suatu sampel dan melihat seberapa dekat data-data tersebut dengan mean atau rata-rata dari sampel tersebut. Nilai standar deviasi pada panjang tanaman, jumlah daun, berat

basah, berat kering, diameter umbi, dan jumlah umbi hasil iradiasi sinar gamma  $^{60}\text{Co}$  adalah sebagai berikut.

| Parameter       | Perlakuan Dosis |       |       |       |       |       |      |
|-----------------|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
|                 | 0 Gy            | 1 Gy  | 2 Gy  | 3 Gy  | 4 Gy  | 5 Gy  | 6 Gy |
| Panjang Tanaman | 3.13            | 3.44  | 4.03  | 3.03  | 4.06  | 4.23  | 3.05 |
| Jumlah Daun     | 9.68            | 9.25  | 9.20  | 6.56  | 11.52 | 6.63  | 9.43 |
| Berat Basah     | 30.17           | 15.78 | 26.99 | 20.95 | 20.36 | 21.97 | 19.2 |
| Berat Kering    | 18.42           | 9.09  | 17.32 | 13.60 | 16.04 | 15.51 | 18.7 |
| Diameter Umbi   | 0.48            | 0.40  | 0.45  | 0.31  | 0.47  | 0.43  | 0.32 |
| Jumlah Umbi     | 3.61            | 3.33  | 3.72  | 3.50  | 4.42  | 3.56  | 4.51 |

Gambar 6. Nilai Standar Deviasi Panjang Tanaman, Jumlah Daun, Berat Basah, Berat Kering, Diameter Umbi, dan Jumlah Umbi Iradiasi Sinar Gamma  $^{60}\text{Co}$

Perlakuan iradiasi dengan 2 Gy pada berat basah, diameter umbi, dan jumlah umbi sedangkan perlakuan iradiasi dengan 4 Gy pada panjang tanaman, jumlah daun, diameter umbi, jumlah umbi dan perlakuan iradiasi dengan 6 Gy pada berat kering dan jumlah umbi yang memiliki nilai standar deviasi terbesar setelah kontrol.

Analisa pendugaan nilai heritabilitas pada tanaman bawang merah varietas Bauji hasil iradiasi gamma  $^{60}\text{Co}$  generasi keempat terdapat pada lampiran. Nilai duga heritabilitas adalah sebagai berikut.

| Parameter       | Perlakuan Dosis |                |                |                |                |                |               |
|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
|                 | 0 Gy            | 1 Gy           | 2 Gy           | 3 Gy           | 4 Gy           | 5 Gy           | 6 Gy          |
| Panjang Tanaman | 0.43<br>sedang  | 0.48<br>Sedang | 0.56<br>tinggi | 0.42<br>Sedang | 0.56<br>tinggi | 0.58<br>tinggi | 0.43<br>sedan |
| Jumlah Daun     | 0.55<br>tinggi  | 0.53<br>Tinggi | 0.53<br>tinggi | 0.36<br>Sedang | 0.63<br>sedang | 0.37<br>sedang | 0.54<br>Tingg |
| Berat Basah     | 0.67<br>tinggi  | 0.36<br>Sedang | 0.62<br>tinggi | 0.50<br>Tinggi | 0.48<br>sedang | 0.52<br>tinggi | 0.45<br>sedan |
| Berat Kering    | 0.58<br>tinggi  | 0.25<br>Sedang | 0.55<br>tinggi | 0.42<br>Sedang | 0.51<br>tinggi | 0.49<br>sedang | 0.58<br>Tingg |
| Diameter Umbi   | 0.60<br>tinggi  | 0.51<br>Tinggi | 0.57<br>tinggi | 0.39<br>Sedang | 0.59<br>tinggi | 0.55<br>tinggi | 0.40<br>sedan |
| Jumlah Umbi     | 0.51<br>tinggi  | 0.47<br>Sedang | 0.52<br>tinggi | 0.49<br>Sedang | 0.61<br>tinggi | 0.50<br>tinggi | 0.62<br>Tingg |

Gambar 7. Menunjukkan bahwa terdapat analisis yang memiliki kategori yang berbeda pada nilai duga heritabilitas setiap parameter.

Nilai duga heritabilitas yang tergolong dalam kategori sedang pada parameter panjang tanaman adalah 1 Gy, 3 Gy, dan 6 Gy, sedangkan nilai heritabilitas yang tergolong tinggi adalah 2 Gy, 4 Gy,

dan 5 Gy. Nilai duga heritabilitas parameter jumlah daun yang tergolong dalam kategori sedang pada dosis 3 Gy, 4 Gy, dan 5 Gy dan nilai heritabilitas yang tergolong tinggi adalah dosis 1 Gy, 2 Gy, dan 6 Gy.

Nilai koefisien keragaman genetik pada menunjukkan bahwa 6 parameter memiliki KKG yang berbeda setiap perlakuan dosis. Nilai terendah terdapat pada karakter diameter umbi. Hal ini tergambar pada tabel berikut.

| Parameter       | Perlakuan Dosis |       |        |        |        |        |        |
|-----------------|-----------------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                 | 0 Gy            | 1 Gy  | 2 Gy   | 3 Gy   | 4 Gy   | 5 Gy   | 6 Gy   |
| Panjang Tanaman | 47.08           | 51.72 | 60.52  | 45.59  | 60.97  | 63.63  | 46.49  |
| Jumlah Daun     | 60.05           | 57.40 | 57.11  | 40.70  | 71.49  | 41.13  | 58.63  |
| Berat Basah     | 148.28          | 77.55 | 132.69 | 102.99 | 100.10 | 107.97 | 94.82  |
| Berat Kering    | 116.57          | 57.54 | 109.60 | 86.03  | 101.51 | 98.12  | 118.57 |
| Diameter Umbi   | 12.45           | 10.42 | 11.74  | 8.10   | 12.16  | 11.24  | 8.41   |
| Jumlah Umbi     | 39.23           | 36.22 | 40.45  | 38.10  | 48.14  | 38.72  | 49.11  |

Gambar 8. Nilai Koefisien Keragaman Genetik Populasi M4 Bawang Merah Varietas Bauji

Nilai koefisien genetik dari beberapa karakter yang diamati pada fase vegetatif dan fase generatif berbeda-beda. Nilai KKG pada tabel memiliki nilai antara 8,10 % hingga 132,69 %. Nilai KKG terendah berasal dari populasi dosis 3 Gy pada perlakuan diameter umbi, sedangkan tertinggi pada populasi dosis 2 Gy pada parameter berat basah. Nilai koefisien seluruh parameter dan populasi dikategorikan dalam kriteria rendah sampai tinggi dari semua parameter yang diamati.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Iradiasi sinar gamma  $^{60}\text{Co}$  berpengaruh terhadap karakter pertumbuhan dan hasil pada tanaman bawang merah varietas Bauji generasi keempat. Perlakuan iradiasi dengan dosis 4 Gy (B<sub>4</sub>) memiliki hasil

yang lebih baik pada parameter panjang tanaman, jumlah daun, diameter umbi, dan jumlah anakan dari tanaman kontrol atau tanpa iradiasi.

Keragaman ditentukan melalui standar deviasi, namun keragaman atau nilai heritabilitas tertinggi terdapat pada perlakuan dosis iradiasi 2 Gy, 4 Gy dan 6 Gy. Perlakuan iradiasi dengan 2 Gy dan 3 Gy pada berat basah, diameter umbi, dan jumlah umbi sedangkan perlakuan iradiasi dengan 4 Gy pada panjang tanaman, jumlah daun, diameter umbi, jumlah anakan dan perlakuan iradiasi dengan 6 Gy pada berat kering dan jumlah umbi yang memiliki nilai standar deviasi terbesar setelah kontrol.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih Program Studi Agroteknologi yang telah menyediakan sarana dan prasarana, Dosen Fakultas Pertanian yang telah memberi banyak saran dan masukan, serta teman-teman yang banyak membantu dalam penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arwin. (2015). Pengaruh sinar gamma terhadap keragaman populasi m3 galur-galur mutan kedelai umur genjah. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian Aneka Kacang dan Umbi Tahun 2015*, 26-32.
- Rahimi, Bahrani. (2011). Keragaman Pisang (*Musa Spp.*) Hasil Iradiasi Sinar Gamma Secara In Vitro Berdasarkan Penanda Morfologi. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon 5* (2): 347-352.
- Roslani, R. Suwandi, N. Sumarni. (2012). Pengaruh waktu tanam dan zat pengatur tumbuh mepiquat klorida terhadap pembungaan dan pembijian bawang merah (TSS). *J. Hort.* 15(3): 192-198.
- Schaart, J. G. (2016). Opportunities for Product of New Plant Breeding

Techniques. *Trends in Plant Science*, 21:438-448.

- Suprasanna, P., H. Nakagawa. (2013). Mutation breeding of vegetatively propagated crops. In: Shu, Forster BP, Nakagawa H. editor. *Plant Mutation Breeding and Biotechnology. Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2012; Rome, Italy, Austria (AT): FAO/IAEA*. 347-358.
- Suryati. (2014). Variabilitas Genetik dan Heritabilitas Pertumbuhan dan Hasil 26 Genotipe Tomat. Skripsi. Universitas Sebelas Maret. Hal 19.
- Zainal, A., A. Anwar, S. Ilyas, Sudarsono, dan Giyanto. (2011). Uji inokulasi dan respon ketahanan 38 genotipe tomat terhadap *Clavibacter michiganensis* subsp. *Michiganensis*. *J. Agron. Indonesia* 39:85-91.