

## Pendugaan Jumlah Gen Pengendali Warna Ungu pada Kacang Panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) Berpolong Ungu

### The Estimation Of Number Of Genes Controlling The Purple Color In Purple Yardlong Bean (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth)

Dhofir Latif <sup>\*)</sup>, Afifuddin Latif Adiredjo dan Kuswanto

Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

<sup>\*)</sup>E-mail:dhofirlatif11@gmail.com

#### ABSTRAK

Kacang panjang berpolong ungu merupakan salah satu sumber antioksidan. Penampilan polong berwarna ungu pada kacang panjang menunjukkan adanya kandungan zat antosianin, semakin gelap warna polong diduga semakin banyak kadar antosianin yang terkandung. Informasi tentang aksi gen dan jumlah gen pengendali warna ungu sangat penting untuk diketahui untuk pemilihan atau seleksi terhadap tanaman-tanaman unggul pada kacang panjang berpolong ungu. Penelitian ini berlokasi di Agrotechnopark Universitas Brawijaya Desa jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang ± 330 mdpl yang dilaksanakan pada bulan Mei-Agustus 2017. Bahan yang digunakan meliputi 6 galur segregasi kacang panjang berpolong ungu yaitu BU1, BU2, BU3, BU4, BU5 dan BU6. Hasil penelitian menunjukkan karakter warna ungu pada polong, batang, dan bunga galur BU1, BU2, BU3, BU4, BU5 dan BU6 dikendalikan oleh 2 gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda dan saling berinteraksi. Karakter warna ungu pada kelopak bunga galur BU1, BU3, dan BU4 dikendalikan oleh 2 gen dengan aksi gen dominan rangkap. Karakter warna ungu pada kelopak bunga galur BU5 dan BU6 dikendalikan oleh 1 gen dengan aksi gen dominan tunggal. Karakter warna ungu kelopak bunga galur BU2 dikendalikan oleh 2 gen dengan aksi gen epistasis dominan resesif.

Kata kunci: Aksi Gen, Antioksidan, Antosianin, Jumlah Gen dan Kacang Panjang

#### ABSTRACT

Purple yardlong bean is one of the source of antioxidant. Phenotypic performance of purple pod in yardlong bean indicate the anthocyanin substance, the darker the pod color the more anthocyanin content it contains. Information about the action of genes and the number of genes controlling the purple color was important to know for selection of superior crops on purple yardlong bean. The research was located at Agrotechnopark Brawijaya University Jatikerto Village, Kromengan Sub-district, Malang Regency ± 330 mdpl conducted on May-August 2017. The material used 6 segregation lines of purple yardlong bean that was BU1, BU2, BU3, BU4, BU5 and BU6. The results showed the purple color on the pod, stem and flower of BU1, BU2, BU3, BU4, BU5 and BU6 controlled by two genes with the action of double recessive epistasis gene and interacting. The purple color on the petals of BU1, BU3, and BU4 controlled by 2 genes with the action duplicate dominant gene. The purple color on the petals of BU5 and BU6 controlled by 1 gene with the action single dominant gene. The purple color on the petals BU2 controlled by 2 genes with the action of recessive dominant epistasis gene.

Keywords: Anthocyanin, Antioxidants, Genes Action, Genes Number and Yardlong Bean

## PENDAHULUAN

Tanaman kacang panjang di Indonesia mempunyai keragaman genetik yang luas. Umumnya, polong kacang panjang berwarna hijau, hijau muda atau hijau putih, dimana semua memiliki kelebihan masing-masing. Varietas unggul kacang panjang telah banyak dilepas oleh pemerintah, namun terdapat salah satu jenis varietas kacang panjang yang memiliki polong berwarna ungu. Varietas ini masih belum banyak diketahui oleh masyarakat. Kacang panjang berpolong ungu memiliki kelebihan dari pada jenis kacang panjang yang lain, kacang panjang berpolong ungu memiliki kandungan antosianin yang bermanfaat bagi tubuh sebagai antioksidan dan dapat meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

Seiring dengan meningkatnya taraf hidup masyarakat dan meningkatnya kesadaran akan pentingnya kesehatan, kacang panjang berpolong ungu memiliki potensi sebagai sumber antioksidan. Penampilan polong berwarna ungu pada kacang panjang menunjukkan adanya kandungan zat antosianin, semakin gelap warna polong diduga semakin banyak kadar antosianin yang terkandung. Menurut Xu Pei *et al.*, (2011), karakter warna pada bunga dan polong tanaman dikendalikan oleh 2 pasang gen.

Menurut Nwofia (2014) pewarisan gen karakter warna pada tanaman merupakan hasil dari pemindahan gen dari tetua kepada keturunannya. Banyak faktor yang mempengaruhi proses pewarisan gen, diantaranya faktor genetik dan faktor lingkungan. Karakter warna merupakan karakter kualitatif yang dikendalikan oleh gen tunggal. Dengan mempelajari cara pewarisan gen tunggal akan dimengerti mekanisme pewarisan suatu sifat dan bagaimana suatu sifat tetap ada dalam populasi.

Penelitian pemuliaan tanaman selain terfokus pada peningkatan daya hasil juga perlu mempertimbangkan tentang kualitas hasil, salah satunya adalah kandungan nutrisi. Menurut Yulianah *et al.*, (2008), program pemuliaan akan lebih efektif dilakukan apabila pola pewarisan karakter

dimaksud terlebih dahulu harus diketahui. Informasi tentang aksi gen dan jumlah gen pengendali sangat penting untuk diketahui untuk pemilihan atau seleksi terhadap tanaman-tanaman unggul. Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang jumlah gen dan aksi gen yang mengendalikan sifat warna ungu pada polong kacang panjang pada populasi segregasi.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Agrotechnopark Universitas Brawijaya Desa Jatikerto, Kecamatan Kromengan, Kabupaten Malang pada ketinggian 330 meter di atas permukaan laut. Curah hujan di daerah Jatikerto 85 - 546 mm per bulan dengan suhu rata-rata 27°C. penelitian dilaksanakan dilaksanakan pada bulan Mei hingga Agustus 2017. Bahan yang digunakan meliputi enam galur segregasi kacang panjang berpolong ungu yaitu Brawijaya Ungu 1 (BU1), Brawijaya Ungu 2 (BU2), Brawijaya Ungu 3 (BU3), Brawijaya Ungu 4 (BU4), Brawijaya Ungu 5 (BU5), dan Brawijaya Ungu 6 (BU6).

Pengamatan dilakukan secara individu pada setiap tanaman. Setiap galur ditanam dalam barisan tunggal, sehingga terdapat 6 bedeng dalam satu lahan. Setiap bedeng terdiri dari 250 tanaman dan dalam satu lubang tanam terdiri dari 2 benih, sehingga populasi dalam satu lahan terdapat 1500 tanaman.

Metode penelitian menggunakan pendugaan hukum Mendel, yaitu dengan pengelompokan data berdasarkan nilai perbandingan 2 kelas (ungu dan merah), 3 kelas (ungu tua, ungu dan merah), maupun 4 kelas (ungu tua, ungu, ungu kemerahan dan merah). Pengelompokan data dicocokkan dengan setiap nilai harapan dan nilai pengamatan yang diuji dengan analisis *chi square* (Sobir dan Syukur, 2015). Variabel pengamatan meliputi warna polong, warna batang, warna kelopak bunga, warna bunga dan warna biji.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Warna Polong

Pada analisis uji *chi square* yang diuji pada dua kelas, tiga kelas, dan empat kelas pada galur BU1, BU2, BU3, BU4, BU5, dan BU6 semua didapatkan nisbah 9 : 7 yang memenuhi nisbah Mendel (Tabel 1). Hal tersebut menunjukkan bahwa gen pengendali warna ungu pada karakter warna polong dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Othman *et al.*, (2006) tentang pola pewarisan sifat warna polong dan bunga pada kacang tunggak yang menyatakan bahwa sifat warna ungu pada polong dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda. Hal ini menunjukkan bahwa tanaman akan menghasilkan polong berwarna ungu ketika kedua gen dominan muncul dalam genotip. Sebaliknya tanaman tidak akan menghasilkan warna ungu ketika hanya ada satu gen dominan atau tidak ada gen dominan yang muncul dalam genotip.

Hal ini menunjukkan bahwa sifat warna polong ungu dominan terhadap sifat warna merah. Dengan demikian, walaupun gen pengendali sifat warna polong ungu adalah epistasis resesif ganda, namun adanya gen resesif ganda (2 gen resesif) tidak menghasilkan sifat warna ungu pada polong, namun menghasilkan sifat warna merah pada polong. Hal ini disebabkan dominansi lengkap oleh kedua gen, ketika salah satu gen bersifat homozigot resesif, gen tersebut menekan atau menutupi sifat fenotip gen lainnya.

**Tabel 1** Nilai  $\chi^2$  Karakter Warna Polong

| Galur Segregasi | Nisbah Mendel | Pengamatan |       | Harapan |        | $\chi^2$           |       |
|-----------------|---------------|------------|-------|---------|--------|--------------------|-------|
|                 |               | Ungu       | Merah | Ungu    | Merah  | Hitung             | Tabel |
| BU1             | 9 : 7         | 143        | 102   | 137,81  | 107,18 | 0,46 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU2             | 9 : 7         | 133        | 114   | 138,93  | 108,06 | 0,57 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU3             | 9 : 7         | 129        | 117   | 138,37  | 107,62 | 1,43 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU4             | 9 : 7         | 151        | 95    | 138,37  | 107,62 | 2,66 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU5             | 9 : 7         | 147        | 101   | 139,50  | 108,50 | 0,94 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU6             | 9 : 7         | 116        | 71    | 105,18  | 81,81  | 2,57 <sup>tn</sup> | 3,84  |

Keterangan: <sup>tn</sup> rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi kuadrat.

Kasus nisbah 9 : 7 merupakan gen komplementasi yang berperan dalam pembentukan suatu fenotip tanaman. Fungsi suatu gen dari lokus akan dibutuhkan oleh gen dari lokus yang lain (Kuswanto, 2004). Sehingga perlu interaksi komplementasi antara gen dominan tertentu dengan gen dominan lainnya untuk membentuk sifat warna ungu pada polong, karena alel homozigot resesif pada suatu lokus menghambat pemunculan karakter dominan yang terdapat dalam lokus lain. Jadi, warna ungu pada polong hanya akan muncul pada genotip *P-R-*.

Rasio kecocokan 9 : 7 diartikan bahwa 9/16 bagian dari seluruh populasi memiliki warna polong ungu dan 7/16 bagian dari populasi memiliki warna polong merah. Sehingga berdasarkan rasio tersebut, pada populasi segregasi akan diperoleh tanaman yang memiliki sifat warna polong ungu sekitar 9/16 bagian. Hasil ini mempunyai implikasi pada besarnya galur-galur tanaman yang memiliki sifat warna polong ungu yang dapat diseleksi (Adnan *et al.*, 2011).

### Warna Batang

Pada analisis uji *chi square* yang diuji pada dua kelas, tiga kelas, dan empat kelas, galur BU1, BU2, BU3, BU4, BU5, dan BU6 semua didapatkan nisbah 9 : 7 yang memenuhi nisbah Mendel (Tabel 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa gen pengendali warna ungu pada karakter warna batang dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda. Aksi gen epistasis resesif ganda

Tabel 2 Nilai  $\chi^2$  Karakter Warna Batang

| Galur Segregasi | Nisbah Mendel | Pengamatan |       | Harapan |        | $\chi^2$           |       |
|-----------------|---------------|------------|-------|---------|--------|--------------------|-------|
|                 |               | Ungu       | Hijau | Ungu    | Hijau  | Hitung             | Tabel |
| BU1             | 9 : 7         | 127        | 118   | 137,81  | 107,18 | 1,92 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU2             | 9 : 7         | 127        | 120   | 138,93  | 108,06 | 2,32 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU3             | 9 : 7         | 132        | 114   | 138,37  | 107,62 | 0,66 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU4             | 9 : 7         | 144        | 102   | 138,37  | 107,62 | 0,53 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU5             | 9 : 7         | 147        | 101   | 139,50  | 108,50 | 0,94 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU6             | 9 : 7         | 101        | 86    | 105,18  | 81,81  | 0,37 <sup>tn</sup> | 3,84  |

Keterangan: <sup>tn</sup> rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi kuadrat.

menunjukkan peristiwa epistasis antara dua gen yang berperan dalam sifat warna pada batang. Epistasis merupakan peristiwa dimana satu atau sepasang gen menutupi atau mengalahkan ekspresi gen lain yang bukan alelnya (Kuswanto, 2004). Dengan kata lain, perlu interaksi komplementasi antara gen dominan tertentu dengan gen dominan lainnya untuk menghasilkan sifat warna ungu pada batang. Rasio kecocokan 9 : 7 menunjukkan bahwa 9/16 bagian dari populasi memiliki sifat warna batang ungu dan 7/16 bagian lainnya memiliki sifat warna batang hijau.

### Warna Kelopak Bunga

Pada analisis uji *chi square* yang diuji pada dua kelas, tiga kelas, dan empat kelas, galur BU1, BU3, dan BU4 didapatkan nisbah 15 : 1 yang memenuhi nisbah Mendel (Tabel 3). Hal tersebut menunjukkan bahwa gen pengendali warna ungu pada kelopak bunga pada galur BU1, BU3, dan BU4 dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen dominan rangkap (Kuswanto, 2007). Gen dominan rangkap berlangsung karena dua gen memproduksi bahan yang sama dan menghasilkan fenotip yang sama (Guo *et al.*, 2012). Ekspresi gen dominan rangkap menunjukkan bahwa dalam satu individu terdapat minimal satu gen dominan, maka tanaman tersebut akan memiliki sifat warna ungu pada kelopak bunga. Sehingga, pada kasus ini hanya alel dominan dari dua lokus yang dapat memberikan fenotip warna pada kelopak bunga.

Rasio kecocokan 15 : 1 dapat diartikan bahwa 15/16 bagian dari populasi memiliki sifat warna ungu pada kelopak

bunga dan 1/16 bagian lainnya memiliki sifat warna hijau pada kelopak bunga.

Pada analisis uji *chi square* yang diuji pada dua kelas, tiga kelas, dan empat kelas, galur BU5 dan BU6 didapatkan nisbah 3 : 1 yang memenuhi nisbah Mendel (Tabel 3). Hal tersebut menunjukkan bahwa gen pengendali warna ungu pada kelopak bunga pada galur BU5 dan BU6 dikendalikan oleh 1 gen dengan aksi gen dominan tunggal. Hal ini menunjukkan bahwa kehadiran alel dominan dari suatu gen menyebabkan efek alel resesif dari lokus yang sama akan tertutupi, sehingga fenotip yang tampak adalah efek alel dominan (Nandanwar dan Manivel, 2014). Sebagai contoh, genotipe Aa (heterozigot) akan mengekspresikan sifat yang sama dengan genotip AA (homozigot dominan). Pada tipe ini, fenotip dari individu bergenotip heterozigot identik dengan dengan fenotip individu bergenotip homozigot dominan.

Rasio kecocokan 3 : 1 menunjukkan bahwa 3/4 bagian dari populasi galur BU5 dan BU6 memiliki sifat warna ungu pada kelopak bunga dan 1/4 bagian lainnya memiliki sifat warna hijau pada kelopak bunga.

Pada analisis uji *chi square* yang diuji pada dua kelas, tiga kelas, dan empat kelas, pada galur BU2 didapatkan nisbah 13 : 3 yang memenuhi nisbah Mendel (Tabel 3). Hal tersebut menunjukkan bahwa gen pengendali warna ungu pada kelopak bunga pada galur BU2 dikendalikan oleh 2 gen dengan aksi gen epistasis dominan resesif. Apabila kedua gen dominan, maka akan menekan atau menutupi sifat fenotip gen lainnya (Tejashree dan Dalvi, 2013).

Tabel 3 Nilai  $\chi^2$  Karakter Warna kelopak Bunga

| Galur Segregasi | Nisbah Mendel | Pengamatan |       | Harapan |       | $\chi^2$           |       |
|-----------------|---------------|------------|-------|---------|-------|--------------------|-------|
|                 |               | Ungu       | Hijau | Ungu    | Hijau | Hitung             | Tabel |
| BU1             | 15 : 1        | 225        | 20    | 229,68  | 15,31 | 1,26 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU2             | 13 : 3        | 205        | 42    | 200,68  | 46,31 | 0,57 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU3             | 15 : 1        | 224        | 22    | 230,62  | 15,37 | 2,66 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU4             | 15 : 1        | 223        | 23    | 230,62  | 15,37 | 3,58 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU5             | 3 : 1         | 178        | 70    | 186,00  | 62,00 | 1,29 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU6             | 3 : 1         | 101        | 86    | 140,25  | 46,75 | 1,83 <sup>tn</sup> | 3,84  |

Keterangan: <sup>tn</sup> rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi kuadrat.

Tabel 4 Nilai  $\chi^2$  Karakter Warna Bunga

| Galur Segregasi | Nisbah Mendel | Pengamatan |           | Harapan |           | $\chi^2$           |       |
|-----------------|---------------|------------|-----------|---------|-----------|--------------------|-------|
|                 |               | Ungu       | Ungu Muda | Ungu    | Ungu Muda | Hitung             | Tabel |
| BU1             | 9 : 7         | 146        | 99        | 137,81  | 107,18    | 1,13 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU2             | 9 : 7         | 129        | 118       | 138,93  | 108,06    | 1,60 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU3             | 9 : 7         | 143        | 103       | 138,37  | 107,62    | 0,36 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU4             | 9 : 7         | 147        | 99        | 138,37  | 107,62    | 1,25 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU5             | 9 : 7         | 133        | 115       | 139,50  | 108,50    | 0,68 <sup>tn</sup> | 3,84  |
| BU6             | 9 : 7         | 97         | 90        | 105,18  | 81,81     | 1,43 <sup>tn</sup> | 3,84  |

Keterangan: <sup>tn</sup> rasio sesuai nisbah Mendel berdasarkan uji chi kuadrat.

Rasio ini terjadi dalam keadaan dominan (terdapat satu alel dominan). Apabila gen penghambat tersebut dalam keadaan homozigot resesif, maka efek gen lain akan terekspresikan. Apabila kedua gen dalam kondisi homozigot resesif, maka tidak ada efek yang dihasilkan (Guo *et al.*, 2012).

Rasio kecocokan 13 : 3 menunjukkan bahwa 13/16 bagian dari populasi galur BU2 memiliki sifat warna ungu pada kelopak bunga dan 3/16 bagian lainnya memiliki sifat warna hijau pada kelopak bunga.

### Warna Bunga

Pada analisis uji chi square yang diuji pada dua kelas, tiga kelas, dan empat kelas, galur BU1, BU2, BU3, BU4, BU5, dan BU6 semua didapatkan nisbah 9 : 7 yang memenuhi nisbah Mendel (Tabel 4). Hal tersebut menunjukkan bahwa gen pengendali warna ungu pada karakter warna bunga dikendalikan oleh dua gen dengan aksi gen epistasis resesif ganda. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi dominansi lengkap oleh kedua gen, ketika

salah satu gen bersifat homozigot resesif, gen tersebut menekan atau menutupi sifat fenotip gen lainnya. Dengan demikian, walaupun gen pengendali sifat warna ungu pada bunga adalah epistasis resesif ganda (2 gen resesif), namun adanya gen resesif ganda tidak menghasilkan warna ungu pada bunga tetapi menghasilkan warna ungu muda. Berbeda pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Othman *et al.*, (2006) tentang pola pewarisan sifat warna polong dan bunga pada kacang tunggak yang menyatakan bahwa sifat warna ungu pada bunga kacang tunggak dikendalikan oleh 1 gen dominan.

Rasio kecocokan 9 : 7 menunjukkan bahwa 9/16 bagian dari populasi memiliki sifat warna bunga ungu dan 7/16 bagian lainnya memiliki sifat warna bunga ungu muda.

### KESIMPULAN

Karakter warna ungu pada polong, batang, dan bunga galur BU1, BU2, BU3, BU4, BU5 dan BU6 dikendalikan oleh 2 gen

dengan aksi gen epistasis resesif ganda dan saling berinteraksi. Tanaman akan menghasilkan warna ungu ketika kedua gen dominan muncul dalam genotip. Pada karakter warna kelopak bunga galur BU1, BU3, dan BU4 warna ungu dikendalikan oleh 2 gen dengan aksi gen dominan rangkap. Tanaman akan memiliki warna ungu jika terdapat minimal satu gen dominan dalam genotip. Pada galur BU5 dan BU6 karakter warna ungu pada kelopak bunga dikendalikan oleh 1 gen dengan aksi gen dominan tunggal yang menunjukkan kehadiran alel dominan dari suatu gen menyebabkan efek alel resesif dari lokus yang sama akan tertutupi, sedangkan untuk galur BU2 warna ungu pada kelopak bunga dikendalikan oleh 2 gen dengan aksi gen epistasis dominan resesif.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Guo, Z., P. Xu, Z. Zhang and Y. Guo. 2012.** Segregation ratios of colored grains in F1 hybrid wheat. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 12(1):126-131.
- Kanbar, A., K. Kondo and H. E. Shashidhar. 2011.** Comparative efficiency of pedigree, modified bulk and single seed descent breeding methods of selection for developing highyielding lines in rice (*Oryza sativa* L.) under aerobic condition. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 2(2):184 – 193.
- Kuswanto, B. Guritno, L. Soetopo dan A. Kasno. 2004.** Pendugaan jumlah dan model aksi gen ketahanan kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) terhadap cowpea aphid borne mosaic virus. *Agrivita*. 26(3):262-270.
- Kuswanto, L. Soetopo, A. Affandhi dan B. Waluyo. 2007.** Pendugaan jumlah dan peran gen toleransi kacang panjang (*Vigna sesquipedalis* L. Fruwirth) terhadap hama aphid. *Agrivita*. 29(1):46-52.
- Lachyan, T. S., and V. V. Dalvi. 2013.** Inheritance study of qualitative and quantitative traits in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). *International Journal of Science and Research*. 4(4):2170-2173.
- Nandanwar, H. R. and P. Manivel. 2014.** Inheritance of flower colour in *Desmodium gangeticum* L. DC. *Electronic Journal of Plant Breeding*. 5(2):290-293.
- Nwofia and G. Emeka. 2014.** Inheritance of leaf shape, pod shape, pod colour and seed coat colour in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *World Journal of Agricultural Sciences*. 10(4):178–184.
- Othman S. A., B. B. Singh and F. B. Mukhtar. 2006.** Studies on the inheritance pattern of joints, pod and flower pigmentation in cowpea (*Vigna unguiculata* L. walp.). *African Journal of Biotechnology*. 5(23): 2371-2376.
- Sobir dan M. Syukur. 2015.** Genetika tanaman. Edisi 1. IPB Press. Bogor.
- Xu P., T. Hu, Y. Yang, X. Wu, B. Wang, Y. Liu and D. Qin. 2011.** Mapping genes governing flower and seedcoat color in asparagus bean (*Vigna unguiculata* ssp. *Sesquipedalis*) based on single nucleotide polymorphism and simple sequence repeat markes. *HORTSCIENCE*. 46(8):1102–1104.
- Yulianah, I., S. Sujiprihati, Widodo dan K. H. Muttaqin. 2008.** Pewarisan karakter ketahanan cabai (*Capsicum annum* L.) terhadap layu bakteri (*Ralstonia solanacearum*). *Agrivita*. 30(2):144-150.