

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Klasifikasi Bawang Merah

Bawang merah merupakan tanaman semusim yang membentuk rumpun dan tumbuh tegak dengan tinggi 15 - 40 cm (Rahayu, 2004). Menurut (Tjitrosoepomo, 2010) bawang merah dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Devisi	: Spermatophyte
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Liliales
Famili	: Liliaceae
Genus	: Allium
Spesies	: <i>Allium ascalonicum</i> L.

Bawang merah dalam genus *Allium* memiliki kurang lebih 600 – 700 spesies dan terdapat 7 kelompok yang banyak dibudidayakan, yaitu *Allium cepa* L., *Allium sativum* L., *Allium ampeloprasum* L., *Allium fistulosum* L., *Allium schoenoprasum* L., *Allium chinese* G don, dan *Allium tuberosum* Rotter ex Sprengel. Beberapa dari *Allium* menjadi gulma *invasive*, namun sebagian besar dapat dikonsumsi dan beberapa spesies *Allium* dibudidayakan untuk menjadi tanaman pangan penting bagi kalangan orang. Morfologi bawang merah sendiri dapat dibedakan menjadi beberapa bagian yaitu akar, batang, daun, bunga dan biji. Bawang merah memiliki akar serabut dengan sistem perakaran dangkal dan bercabang terpencah (Block, 2010).

### 2.2 Morfologi Bawang Merah

Bawang merah memiliki batang sejati, tempat daun – daun bertumpu dan sebagai tempat melekatnya akar dan mata tunas (titik tumbuh). Pada batang sejati tumbuh akar – akar serabut yang tidak panjang dan tidak dalam. Daun bawang merah akan tumbuh dari batang sejati (*true stem*) dengan bentuk pipa kecil yang memanjang, dengan kelopak daun yang tua yang sebelah luar menutupi daun yang muda yang terdapat di dalamnya. Dibagian atas bagian batang sejati terdapat batang semu (*false stem*) yang tersusun atas pelepah – pelepah daun yang berada

di dalam 5 tanah dengan berubah bentuk dan fungsi menjadi umbi lapis. Diatas batang semu akan muncul daun berwarna hijau muda sampai hijau tua dengan bentuk seperti pisau (Brewster, 2008).

Umbi bawang merah digolongkan menjadi tiga golongan ukuran yaitu umbi besar, umbi sedang, dan umbi kecil. Umbi besar dengan diameter  $> 1,8$  cm dengan bobot 10 gram, umbi sedang memiliki diameter  $1,5 - 1,8$  cm dengan bobot  $5 - 10$  gram, dan umbi benih kecil memiliki diameter  $< 1,5$  cm dengan bobot 5 gram. Benih bawang Umbi bawang merah yang dikatakan baik merupakan umbi yang melalui masa dormansi, sehat, tidak cacat dan berukuran optimal (Sumarni, 2005).

### **2.3 Syarat Tumbuh Bawang Merah**

Tanaman bawang merah merupakan tanaman yang dapat tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi kurang lebih 1100 mdpl (ideal  $0 - 800$  m) diatas permukaan laut, dengan baik dengan kondisi iklim yang kering, karena tanaman bawang merah sangat peka terhadap curah hujan dan intensitas hujan yang tinggi, serta tanaman bawang merah memerlukan penyinaran cahaya matahari yang maksimal (minimal 70% penyinaran), dengan suhu udara  $25 - 32$  °C, dengan kelembapan  $80 - 90\%$  dan curah hujan  $300 - 2.500$  mm pertahunnya (BPPT, 2007). Tanaman bawang merah memerlukan tanah dengan tekstur remah, tekstur sedang sampai liat, drainase/aerasi yang baik, dan mengandung bahan organik yang cukup dan juga reaksi tanah yang tidak masam dengan pH tanah yaitu  $5,6 - 6,5$ .

Tanaman bawang merah sangat rentan terhadap curah hujan yang sangat tinggi. Curah hujan yang sesuai untuk pertumbuhan tanaman bawang merah antara  $300 - 2.500$  mm/tahun. Kelembaban udara untuk dapat tumbuh dengan baik serta hasil produksi yang optimal di kelembaban udara nisbi antara  $80 - 90\%$ . Intensitas sinar matahari penuh lebih dari 14 jam/hari, dengan hal ini tanaman bawang merah tidak memerlukan naungan/pohon peneduh (BPPT, 2007).

### **2.4 Bawang Merah Varietas Bauji**

Bawang merah Varietas Bauji memiliki umur berbunga 45 HST, dengan umur panen  $58 - 60$  HST, dengan ditandai 60% batang melemas ketika memasuki masa panen, varietas Bauji ini memiliki potensi hasil yang didapat 18 ton/ha.

Tinggi tanaman varietas Bauji antara 35 – 43 cm, dengan bobot per umbinya 6 -10 gram dan memiliki jumlah umbi perumpun mencapai 8 -11 bisa lebih. Bentuk dan warna umbi bawang merah varietas Bauji yaitu bulat lonjong dengan warna merah keunguan beraroma sedang tidak menyengat. Varietas Bauji memiliki bentuk daun silindris berlubang, banyak daun mencapai 40 – 45 helai/rumpun dengan warna hijau, bentuk bunga seperti payung berwarna putih, banyak bunga/tangkai 115 - 150, banyak tangkai bunga/rumpun 2 - 5, bentuk biji bulat, gepeng, berkeriput dengan warna biji hitam. Daya simpan umbi mencapai 3 -4 bulan dengan susut bobot umbi mencapai 25% (basah-kering) (Baswarsiati, 2005).

## **2.5 Pemuliaan Tanaman dengan Teknik Mutasi**

Pemuliaan tanaman akan berhasil jika di dalam populasi tersebut terdapat banyak variasi genetik. Variasi genetik dapat diperoleh dengan cara induksi mutasi. Induksi mutasi adalah perubahan genetik yang disebabkan oleh usaha manusia salah satunya yaitu dengan bahan radioaktif. Mutasi dapat menambah maupun mengurangi satu atau beberapa sifat baru tanpa mengubah keseluruhan sifat unggul yang dimiliki sebelumnya. Pemuliaan tanaman secara mutasi dapat diinduksi dengan mutagen fisik atau mutagen kimia. Mutagen fisik adalah mutasi berupa bahan fisika, yang mana sumbernya berupa sinar alfa, beta dan gamma. Sedangkan mutagen kimia adalah mutasi yang mempunyai kemampuan untuk menyusup di antara basa nitrogen sehingga dapat mengganggu replikasi DNA (Made *et al.*, 2020).

Pemuliaan tanaman dengan menggunakan sinar gamma ini dinamakan pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi radiasi. Pemuliaan tanaman dengan teknik mutasi bertujuan untuk mendapatkan sifat baru dari tanaman melalui perubahan genetik dan sifat dari tanaman induk setelah mendapat radiasi sinar gamma pada dosis tertentu pada tanaman induk (Lilik, 2016).

Salah satu cara untuk mendapatkan bibit yang bermutu dan berkualitas adalah dengan cara memperbaiki mutu genetik benih, yaitu dengan mutase (Tenaga, 2009). Usaha tersebut ditujukan untuk mengubah struktur genetik, sehingga diharapkan ada beberapa genotipe yang mempunyai karakter potensi hasil yang tinggi dan tahan terhadap hama dan penyakit (Badrudin and Hidayat, 2007). Mutasi merupakan teknik yang tepat untuk merakit keragaman baru pada

tanaman yang perbanyakannya secara vegetatif karena selselnya sedang aktif membelah. Mutasi dapat diinduksi secara buatan dengan mutagen fisik melalui iradiasi sinar gamma. Mutasi juga mampu mendapatkan sifat-sifat baru dan memiliki sifat unggul yang tidak dimiliki oleh tanaman induknya dengan hasil yang tak terduga. Menurut Yelni (2019), bahwa menghasilkan sifat yang diinginkan baik yang tidak dapat dinyatakan dalam sifat asal atau yang telah hilang selama evolusi

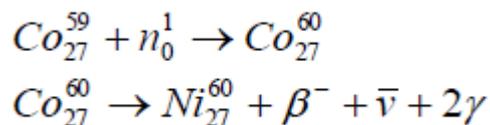
Mutasi dapat mengubah ekspresi genetik pada materi genetik sehingga induksi mutasi fisik dengan iradiasi sinar gamma memungkinkan untuk membentuk sekaligus meningkatkan keanekaragaman genetik tanaman bawang merah. Mutasi merupakan perubahan pada materi genetik dan menyebabkan perubahan ekspresi. Perubahan dalam struktur gen baik yang terjadi secara buatan maupun spontan dengan menggunakan agensia fisik atau kimia. Mutasi yang dilakukan secara induksi terdapat proses lanjutan berupa perbanyakan dari hasil mutasi, seleksi mutasi yang solid dan stabil, serta pengujian lapang dan pelepasan varietas (Alfariatna dan Kusmiyati, 2018). Upaya untuk meningkatkan keragaman dengan cara induksi mutasi menyebabkan perubahan ekspresi dalam bahan genetik (RNA atau DNA), baik di tingkat urutan gen (mutasi titik) serta di tingkat kromosom. Mutasi dapat digunakan untuk meningkatkan keragaman genetik sehingga memungkinkan bagi pemulia tanaman membuat seleksi sesuai dengan genotip yang diinginkan (Moeljani and Suhardjono, 2020).

Induksi mutasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman tanaman menggunakan mutagen dapat berupa mutagen fisik dan mutagen kimia. Mutagen fisik yang sering digunakan adalah ionisasi partikel alpha, beta dan radiasi gamma sedangkan mutagen kimia adalah sulphur mustard, etil metan sulfonat (EMS). Mutagen fisik bersifat sebagai radiasi pengion dan mampu menimbulkan ionisasi, melepas energi ionisasi ketika melewati atau menembus materi. Diantara mutagen fisik yang ada, sinar gamma yang paling banyak digunakan karena memiliki energi dan daya tembus yang lebih tinggi. Energi dan daya tembus yang lebih tinggi dapat meningkatkan variabilitas genetik untuk menghasilkan mutan baru (Made *et al.*, 2020).

Keragaman genetik bawang merah dapat dianalisis menggunakan marka morfologi dan molekuler. Marka morfologi merupakan karakter yang paling cepat dan mudah diamati. Namun, karakter morfologi merupakan hasil interaksi gen dan lingkungan sehingga marka morfologi memiliki keterbatasan yaitu bersifat tidak konsisten karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan penggunaan marka molekuler yang berbasis DNA. Marka DNA yang bersifat lebih konsisten dan memiliki tingkat akurasi cukup tinggi (Sari, 2017).

## 2.6 Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60

Radiasi adalah emisi dan propagasi energi melalui materi atau ruang dalam bentuk gelombang elektromagnetik atau partikel. Berdasarkan sifatnya, radiasi dikelompokkan menjadi 2 jenis, yaitu radiasi pengion dan radiasi non pengion. Bila berinteraksi dengan materi, radiasi pengion dapat menyebabkan ionisasi, sedangkan radiasi non pengion tidak menyebabkan ionisasi. Contoh radiasi pengion ialah radiasi ultraviolet, alpha, beta dan gamma. Untuk tujuan pemuliaan tanaman biasanya digunakan radiasi gamma. Radiasi gamma merupakan radiasi elektromagnetik yang membawa energi dalam bentuk paket-paket yang disebut foton. Dari eksperimen diketahui sinar gamma tidak bermassa dan tidak bermuatan sehingga diberi notasi  ${}^0\gamma_0$ . Pada umumnya radiasi gamma yang digunakan adalah hasil peluruhan inti atom Co-60. Co-60 dihasilkan dari reaksi inti antara Co-59 dengan neutron dalam reaktor, sesuai berikut:



Co-60 dalam keadaan tidak stabil, meluruh memancarkan dua sinar gamma dengan energi masing-masing sebesar 1,17 MeV dan 1,33 MeV dengan waktu paruh 5,27 tahun. Suatu bahan yang terpapar radiasi akan menerima radiasi yang besarnya sebanding dengan lamanya paparan adalah radiasi. Besar radiasi yang diterima bahan tersebut dinamakan dosis radiasi. Secara matematis dosis radiasi dituliskan pada persamaan berikut:

$$D(\text{Gy}) = \dot{D}t$$

dengan  $D$  adalah dosis radiasi dalam Gy, adalah laju dosis dalam  $\text{Gy}\cdot\text{s}^{-1}$  dan  $t$  adalah lama paparan radiasi dalam s (Made *et al.*, 2020).

Faktor yang memengaruhi terbentuknya mutan antara lain adalah besarnya dosis iradiasi (Purwanti *et al.*, 2011). Dosis iradiasi diukur dalam satuan Gray (Gy), 1 Gy sama dengan 0,10 krad yakni 1J energi per kilogram iradiasi yang dihasilkan. Dosis iradiasi dibagi tiga yaitu tinggi ( $>10\text{k Gy}$ ), sedang (1-10k Gy), dan rendah ( $<1\text{k Gy}$ ). Perlakuan dosis tinggi akan mematikan bahan yang dimutasi atau mengakibatkan sterilitas (Soerdjono, 2003).

Radiasi adalah suatu proses yang sangat berguna dalam memecahkan berbagai permasalahan pertanian, seperti penanganan pasca panen, pengendalian hama dan penyakit, dan pemuliaan varietas tanaman unggul tahan penyakit. 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 memengaruhi morfologi, anatomi, fisiologi tanaman yang terjadi secara berbeda pada tingkat iradiasi. Hal inilah yang menyebabkan perubahan struktur tumbuhan dan metabolisme tanaman (Wulandari, *et al.*, 2018).

Radiasi dengan sinar-sinar radioaktif dapat menimbulkan perubahan sifat pada tanaman. Kenyataan ini telah dipergunakan di dalam ilmu pemuliaan tanaman sebagai salah satu cara untuk memperbesar variabilitas sifat-sifat keturunan, yang mana sangat diperlukan untuk memperoleh kemungkinan diperolehnya suatu jenis tanaman dengan sifat-sifat yang lebih baik. Sumber radiasi yang sering digunakan adalah sinar X, sinar gamma, ultra-violet, sinar beta dari radioisotop dan sinar neutron dari reaktor atom (Ayu *et al.*, 2015).

Sinar gamma termasuk gelombang elektromagnetik. Sumber yang dapat memancarkan sinar gamma salah satunya adalah Co-60 (Akrom dan Hidayanto, 2014). 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 memengaruhi morfologi, anatomi, fisiologi tanaman yang terjadi secara berbeda pada tingkat iradiasi. Hal inilah yang menyebabkan perubahan struktur tumbuhan dan metabolisme tanaman. Iradiasi sinar gamma menginduksi berbagai karakter

fisiologi dan laju biosintesis pada tanaman. Iradiasi pada tanaman dengan dosis tinggi mengganggu keseimbangan hormon, pertukaran gas pada daun, pertukaran air dan aktivitas enzimatis efek yang ditimbulkan termasuk akumulasi senyawa fenol, laju fotosintesis, modulasi dari susunan antioksidan, perubahan struktur sel tanaman dan metabolisme seperti pembesaran membran tilakoid (Moeljani dan Suhardjono, 2020).

## **2.7 Mutasi pada Tanaman**

Penggunaan radiasi sinar gamma dengan berbagai dosis berkaitan dengan perkecambahan benih telah dicoba pada berbagai tanaman. Selain itu dalam hal perbaikan mutu benih dan bibit, radiasi sinar gamma telah banyak diaplikasikan untuk meningkatkan viabilitas dan vigor benih. Penggunaan radiasi seperti sinar X, gamma, dan neutron serta mutagen kimiawi untuk menginduksi variasi pada tanaman telah banyak dilakukan. Iradiasi sinar gamma menginduksi berbagai karakter fisiologi dan laju biosintesis pada tanaman (Made *et al.*, 2020).

Pada penelitian Efek Radiasi Sinar Gamma (Cobalt-60) untuk Perbaikan Mutu Benih dan Bibit TSS (True Shallot Seed) Tanaman Bawang Merah (*Alium ascalonicum* L.) Varietas Bauji yang dilakukan oleh Wulandari, Juli, dan Retno (2018) dapat disimpulkan bahwa radiasi sinar gamma Cobalt-60 mampu meningkatkan kualitas benih namun belum dapat meningkatkan kualitas mutu bibit. Perlakuan dosis 5 Gy merupakan dosis terbaik untuk meningkatkan kualitas benih TSS bawang merah varietas Bauji.

Salah satu teknik yang dapat memperbaiki mutu umbi bawang merah adalah dengan radiasi. Radiasi menyebabkan induksi mutasi sehingga tercipta keragaman baru sebagai dasar seleksi. Radiasi yang digunakan adalah sinar gamma yang mampu menembus biji tanaman hingga pada lapisan DNA (gen pembawa sifat keturunan). Dengan teknik ini dapat diperoleh sifat-sifat baru yang lebih unggul dari varietas induknya meliputi daya hasil, daya adaptasi, umur tanaman, serta ketahanan terhadap hama dan penyakit. Radiasi dapat menginduksi terjadinya mutase karena sel yang teradiasi akan terbebani oleh tenaga kinetic yang tinggi, sehingga dapat memengaruhi atau mengubah reaksi kimia sel tanaman yang pada akhirnya dapat menyebabkan terjadinya perubahan susunan kromosom tanaman (Mubarok, 2018).

Iradiasi sinar gamma merupakan mutagen yang paling banyak digunakan dalam program pemuliaan tanaman karena memiliki energi dan daya tembus yang relatif tinggi dibanding lainnya (Sipangkar dan Mariati, 2018).

Pemberian dosis yang terlalu tinggi akan menghambat pembelahan sel yang menyebabkan kematian sel atau berpengaruh terhadap proses pertumbuhan tanaman, menurunnya daya tumbuh dari tanaman dan morfologi tanaman. Tetapi dosis radiasi yang terlalu rendah tidak cukup untuk memutasi tanaman karena frekwensi mutasi terlalu rendah (Alfariatna dan Kusmiyati, 2018).

Iradiasi sinar gamma merupakan salah satu teknik mutasi yang tergolong sebagai mutasi fisik. Sinar gamma juga memiliki panjang gelombang terpendek dengan energi terbesar dalam spektrum elektromagnetik. Penggunaannya dianggap lebih aman dibandingkan dengan mutasi kimawi karena tidak meninggalkan residu. Iradiasi sinar gamma dengan dosis rendah juga mampu menstimulasi pembelahan sel, pertumbuhan, dan perkembangan berbagai organisme (Kurniajati, *et al.*, 2021).

Keuntungan menggunakan sinar gamma adalah dosis yang digunakan lebih akurat dan penetrasi penyinaran ke dalam sel bersifat homogen. Tidak seperti pemuliaan konvensional yang melibatkan kombinasi gen-gen yang ada pada tetuanya (di alam), iradiasi sinar gamma menyebabkan kombinasi gen-gen baru dengan frekwensi mutasi tinggi. Dalam merakit varietas unggul, ketersediaan sumber genetik yang mempunyai keragaman tinggi sangat dibutuhkan. Melalui teknik penyinaran (iradiasi) dapat dihasilkan mutan atau tanaman yang mengalami mutasi dengan sifat-sifat yang diharapkan setelah melalui serangkaian pengujian, seleksi dan sertifikasi (Ginting, 2015). Teknik mutasi radiasi dapat memperluas keragaman genetik sehingga meningkatkan peluang keberhasilan seleksi sesuai dengan tujuan pemuliaan tanaman (Arwin, 2015).

Penggunaan sinar gamma pada dosis yang tepat terbukti dengan penelitian Ginting, Nini, dan Mariati (2015) yang mampu menyatakan terdapat perbedaan karakteristik agronomi yang nyata antara tanaman yang diiradiasi dengan yang tidak diiradiasi. Secara umum semakin tinggi dosis iradiasi sinar gamma yang diberikan maka akan semakin menekan pertumbuhan tanaman.

## **2.8 Keragaman Genetik**

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 (Sulistiyawati, 2014).

Pada program pemuliaan tanaman peningkatan keragaman genetik dapat dilakukan melalui berbagai cara seperti domestikasi, persilangan, transformasi gen, kultur jaringan dan mutasi buatan. Setelah mendapatkan keragaman genetik tinggi dilanjutkan dengan proses seleksi yang memiliki berbagai macam metode yaitu bulk, pedigree, single seed descent, kemudian uji daya hasil pendahuluan, uji daya hasil lanjutan dan uji multilokasi (Asadi, 2013)

Penampilan suatu tanaman merupakan interaksi antara faktor genetik dan lingkungan oleh karena itu keragaman genetik dapat dikatakan sebagai suatu besaran yang mengukur variasi suatu penampilan tanaman yang disebabkan oleh komponen genetik, sedangkan keragaman fenotip yang tampak dihasilkan oleh perbedaan genotipe dan lingkungan tumbuhnya (Meydina Barmawi, Sa'diyah, 2015).

Keragaman genetik suatu tanaman dapat diketahui melalui beberapa parameter, yaitu koefisien keragaman genetik (KKG) koefisien keragaman fenotip (KKF), standar deviasi keragaman genetik, dan heritabilitas. Koefisien keragaman genetik akan mengindikasikan tingkat keragaman karakter tanaman yang diamati. Populasi nilai KKG yang tinggi menunjukkan bahwa tingkat keberagaman tanaman dalam populasi tersebut tinggi. Artinya terdapat perbedaan yang sangat tinggi antara genotip satu dengan yang lainnya, sehingga terdapat genotip yang berpotensi dijadikan sebagai calon tetua dalam kegiatan persilangan. Sebaliknya, apabila nilai KKG rendah, maka dapat dikatakan bahwa semua genotip dalam populasi

tersebut tidak berbeda satu sama lain, sehingga kegiatan seleksi belum dapat dilaksanakan karena seragamnya genotip dalam populasi tersebut (Zulfikri, Hayati, dan Nasir, 2015).

Parameter keragaman genetik juga meliputi heritabilitas. Pengamatan keragaman pada karakter tanaman harus dapat diketahui penyebabnya, apakah disebabkan oleh faktor genetik atau faktor lingkungan. Diperlukan penjelasan apakah suatu karakter tanaman disebabkan oleh perbedaan antar gen dalam individu atau adanya perbedaan yang disebabkan oleh lingkungan tumbuh dari setiap individu, sehingga diperlukan adanya suatu pernyataan kuantitatif antara peranan faktor genetik dan faktor lingkungan dalam memberikan fenotip suatu tanaman. Pernyataan kuantitatif tersebut didapatkan dari hasil perhitungan nilai heritabilitas (Syukur, Sujiprihati, dan Yuniarti, 2012).

Heritabilitas menunjukkan bagian atau persentase dari keragaman fenotipe yang disebabkan oleh keragaman genetik. Semakin tinggi nilai heritabilitas ( $h^2$ ) 15 dapat diartikan bahwa keragaman sifat produksi lebih banyak dipengaruhi oleh perbedaan genotipe tanaman dalam populasi, dan hanya sedikit pengaruh keragaman lingkungan (Rasyad, 1996). Menurut Wahdah (1996) bahwa karakter tanaman yang dikategorikan mempunyai nilai heritabilitas tinggi, sedang dan rendah, apabila nilainya berturut turut  $H > 0,5$ ,  $0,2 < H < 0,5$  dan  $0,2 > H$ .

Hasil penelitian sebelumnya menurut Afwan, Ida, dan Hadi (2021), mengatakan bahwa nilai heritabilitas yang termasuk dalam kategori rendah terdapat pada parameter jumlah daun dan jumlah anakan. Hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman fenotip pada parameter tersebut sangat dipengaruhi oleh keragaman lingkungan dibandingkan dengan keragaman genetik. Nilai heritabilitas yang termasuk dalam kategori sedang terdapat pada parameter panjang tanaman, berat kering umbi, dan diameter umbi. Hal tersebut menunjukkan bahwa keragaman 38 fenotip pada parameter tersebut dipengaruhi oleh keragaman lingkungan dan keragaman genetik. Nilai heritabilitas yang termasuk dalam kategori tinggi terdapat pada parameter berat umbi basah.