

2. TINJAUAN PUSTKA

2.1 Tanaman Padi Hitam

Padi adalah termasuk dalam anggota dari kelas *Monocotyledone*, ordo *Cyperales*, famili *Grammineae*, dan termasuk dalam genus *Oryza* (Tjitrosoepomo, 2005). Pertumbuhan tanaman padi digolongkan menjadi 2 bagian yaitu fase vegetatif dan fase generatif. Fase vegetatif adalah terbentuknya akar, batang, daun, sedangkan fase generatif adalah terbentuknya bunga, malai, dan gabah Menurut Chang (1988) ; Sitaresmi, Wening, Rakhmi, Yunani dan Susanto (2013) spesies *Oryza sativa* dibedakan menjadi tiga subspecies yaitu subspecies *Indica* umumnya tersebar di negara-negara tropis, subspecies *Japonica* tersebar di negara-negara subtropis, dan subspecies *Javanica* atau *Subjaponica* atau *Indojaponica* yang menyebar di Jawa, Bali dan Lombok. Keragaman pada tanaman padi tidak hanya pada morfologi dan wilayah adaptasi agroekosistem, tetapi juga keragaman pada warna beras. Menurut Kristantini (2009), bahwa terdapat tiga jenis beras yang ada di dunia, yaitu beras putih yang umum dibudidayakan petani, beras merah atau *brown rice* yang mulai umum dipasarkan, dan beras hitam yang hanya tumbuh dan dibudidayakan di daerah tertentu saja (Gambar 1).



Gambar 1. Jenis-jenis beras berdasarkan warna

Beras hitam memiliki kandungan antosianin yang tinggi yang terletak pada lapisan perikarp yang memberikan warna ungu gelap Takashi *et al.*, (2001) dalam Kristantini *et al.*, (2014). Antosianin merupakan zat turunan polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan yang mampu mencegah penyakit kanker, memperbaiki kerusakan sel hati, dan memperlambat penuaan (Suhartini dan Suardi, 2010). Berdasarkan

kandungan yang dimiliki, beras hitam memiliki manfaat diantaranya meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit, memperbaiki kerusakan sel hati, mencegah gangguan ginjal, mencegah kanker, dan memperlambat penuaan. Kandungan antosianin dalam beras hitam adalah sebagai antioksidan bagi kesehatan manusia untuk mencegah penyakit hati (hepatitis), kanker usus, stroke, diabetes, sangat esensial bagi fungsi otak dan mengurangi pengaruh penuaan otak (Nirmala, 2001).

Secara morfologi, tanaman padi termasuk dalam tanaman dengan akar serabut. Akar terdiri atas akar primer dan akar seminal yang tumbuh dari embrio dekat bagian skutellum. Akar seminal berjumlah 1-7 dan akan tumbuh lebih cepat apabila akar primer mengalami gangguan. Akar seminal kemudian akan digantikan oleh akar sekunder atau akar adventif yang tumbuh dari bagian yang bukan embrio (Makarim dan Suhartatik, 2009).

Batang tanaman padi terdiri atas beberapa ruas yang dibatasi oleh buku. Daun dan tunas anakan akan tumbuh pada buku-buku, selanjutnya ruas-ruas batang akan merenggang dan berongga ketika tanaman memasuki fase generatif (Makarim dan Suhartatik, 2009). Daun tanaman padi akan tumbuh dengan susunan berselang-seling dan setiap bukannya terdapat satu daun. Daun terdiri atas helaian daun, pelepah daun (*auricle*) dan lidah daun (*ligule*). Daun teratas disebut dengan daun bendera dengan posisi dan ukuran yang berbeda (Priyansyah, 2012).

Bunga pada padi secara keseluruhan disebut dengan malai yang terdiri dari unit bunga yang disebut dengan *spikelet*. *Spikelet* tersusun atas tangkai, bakal biji, lemma, palea, putik dan benang sari serta beberapa organ inferior lainnya. Benang sari dan putik pada bagian bunga padi tersusun dalam satu susunan yang disebut dengan *floret* yang terdiri atas satu *pistil* (organ betina) dan enam *stamen* (organ jantan) (Anonymous, 2007).

2.2 Mutasi Dalam Pemuliaan Tanaman

Mutasi adalah perubahan yang terjadi pada suatu organisme yang sifatnya menurun (*hereditas*), dan hasil perubahannya disebut dengan *mutan*. Mutasi adalah sumber alela sebagai bahan baku alternatif-alternatif genotip Sudarka, (2015) dalam

Putu (2017). Asadi, (2013) menyatakan bahwa mutasi adalah perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dan acak pada materi genetik (genom, kromosom, gen). Mutasi umumnya sering terjadi pada bagian sel yang sedang aktif membelah, misalnya pada tunas dan biji (Wistiani, 2014). Mutasi dapat terjadi secara alami di alam, namun persentasenya sangat kecil, oleh sebab itu mutasi yang umum, dilakukan melalui induksi baik dengan larutan kimia ataupun dengan menggunakan radiasi sinar.

Mutasi induksi dapat dilakukan dengan perlakuan bahan mutagen tertentu pada organ reproduksi tanaman seperti biji, serbuk sari, akar, kultur jaringan dan stek batang (Suranto, 2003). Tujuan dan manfaat mutasi dalam program pemuliaan tanaman adalah untuk meningkatkan keragaman atau variabilitas genetik tanaman sehingga dapat dilakukan seleksi atau pemilihan untuk tanaman yang memiliki sifat-sifat yang lebih baik Sudarka, (2015) dalam Putu (2017). Keragaman atau variabilitas yang terjadi pada tanaman mutan dapat disebabkan oleh beberapa jenis mutasi. Suranto (2003) menyebutkan bahwa ada tiga jenis mutasi yang dapat meningkatkan keragaman tanaman mutan, yaitu mutasi genom, mutasi gen dan mutasi kromosom.

Mutasi kromosom adalah terjadinya suatu perubahan pada struktur kromosom. Pengaruh mutagen terhadap kromosom tanaman umumnya adalah pecahnya benang kromosom (*chromosome breakage* atau *chromosome aberation*). Pecahnya benang kromosom menurut Suranto (2003) dibagi atas empat kelompok yaitu translokasi, inversi, duplikasi dan defisiensi.

2.3 Macam-Macam Mutagen

Mutasi dapat terjadi secara alami (spontan) atau secara buatan. Mutasi dapat terjadi dengan cara menginduksikan radio aktif atau bahan kimia yang bersifat mutagen (jabeen dan mirza, 2004). Nasir (2002) mengelompokan mutagen menjadi dua yaitu mutagen secara kimia dan mutagen secara fisik.

1. Mutagen kimia

Mutagen kimia lebih mudah tersedia dan lebih mudah digunakan dan lebih efektif (Poespodarsono, 1988). Mutasi kimia yang pertama kali ditemukan ialah gas

mustard (belerang mustard) oleh C. Averbach dan kawan-kawan. Beberapa mutagen kimia penting lainnya ialah: gas metan, asam nitrat, kolkisin, digitonin, hidroksil amim dan lain-lain. Zat-zat kimia tersebut dapat menyebabkan replikasi yang dilakukan oleh kromosom yang mengalami kesalahan sehingga menyebabkan susunan kimianya berubah juga. Beberapa contoh mutagen kimia yang cukup berguna dan sering digunakan ialah etil metana sulfat (EMS), dietilsulfat (DES), etilenimin (EL), N-nitrose- N-metil (NMUT) dan N-nitro-N-etil.

2. Mutagen fisik

Mutagen fisik ialah berbagai tipe iradiasi. Kelompok mutagen fisik tersebut ialah sinar-X, sinar gamma, sinar ultra violet. Klompok sinar ini mampu menimbulkan mutasi atau partikel menabrak gen dalam kromosom. Gelombang sinar-X, sinar gamma, sinar ultra violet, mampu menimbulkan ionisasi bila menabrak materi. Sehingga disebut juga sinar pengion.

2.4 Mutagen Kolkisin

Mutasi dapat terjadi secara alami ataupun dengan diinduksi. Mutasi dengan induksi dapat menggunakan beberapa metode, salah satu metode yang umum digunakan adalah dengan menggunakan senyawa mutagen kimia yang umumnya berasal dari senyawa alkyl seperti *ethyl methane sulphonate* (EMS), *diethyl sulphate* (dES), *methyl methanesulphonate* (MMS), *hydroxylamine*, nitrous acid, acridines dan sebagainya (Agusrial, 2009).

Tanaman padi termasuk jenis tanaman serealia yang umumnya memiliki jumlah kromosom $2n = 24$. Melalui perlakuan perendaman dengan berbagai konsentrasi kolkisin, diharapkan terjadi peningkatan ploidi pada tanaman padi jenis padi hitam untuk meningkatkan variasi genetik. Kolkisin ($C_{22}H_{25}O_6N$) adalah salah satu jenis senyawa mutagen yang diperoleh dari umbi tanaman *Colchichum autumnale* L (Suminah *et al.*, 2002). Dalam pemuliaan tanaman, kolkisin banyak diaplikasikan sebagai bahan kimia untuk membentuk tanaman poliploid.

Wiendra *et al.*, (2011) menyebutkan bahwa kolkisin merupakan inhibitor mitosis yang dapat mengganggu kerja mikrotubulus dengan cara berikatan dengan

tubulin (suatu protein) yang akan menghambat terbentuknya polimerasi tubulin menjadi mikrotubulin sehingga mencegah terbentuknya benang-benang spindle.

Kolkisin mempunyai pengaruh yang istimewa dalam menghentikan aktivitas benang-benang pengikat kromosom (spindle), sehingga kromosom yang sudah membelah tidak memisahkan diri dalam anafase dari pembelahan sel tanaman. Kolkisini bekerja menghambat benang spindle, pemisahan kromosom pada anaphase, dan menghambat terbentuknya dinding sel baru sehingga menyebabkan jumlah kromosom ganda pada satu ini (poliploidi). Menurut Ramsey & Schemcke (2001), efek poliploidisasi akan menyebabkan jumlah set kromosom menjadi berbeda dengan sel induknya. Organisme yang bersifat diploid ($2n$) ketika diberi efek poliploidi, maka efek yang timbul adalah terjadinya perubahan pada set kromosom antara lain bisa berupa triploid ($3n$), tetraploid ($4n$), pentaploid ($5n$), heksaploid ($6n$).

Suryo (1995) menjelaskan bahwa proses mitosis yang mengalami modifikasi kolkisin dinamakan C-mitosis (Colchicine-Mitosis), Proses mitosis mengalami modifikasi dimana tidak terbentuk benang spindle, sehingga kromosom-kromosom tetap tinggal berserakan dalam sitoplasma. Pada stadium ini kromosom-kromosom memperlihatkan gambaran seperti tanda silang. Akan tetapi kromosom-kromosom dapat memisahkan diri pada sentromernya dan dimulailah anafase. Selanjutnya terbentuklah dinding nukleus sehingga nukleus restitusi (nukleus perbaikan) mengandung jumlah kromosom lipat dua. Apabila pengaruh dari kolkisin telah menghambur, sel poliploid yang baru ini dapat membentuk spindle pada kedua kutubnya, dan membentuk nukleus anakan poliploid seperti pada telofase dari mitosis biasanya. Sedangkan menurut Dhooche 2011, Kolkisin menghambat migrasi kromosom pada saat metafase sehingga terbentuk sel-sel diploid

Proses penggandaan kromosom dilaporkan oleh Albert *et al.* (1991), dalam Anggraito, (2004) menyebutkan bahwa benang pengikat kromosom (*spindel*) tersusun oleh mikrotubula dalam bentuk dublet ganda. Dua buah mikrotubula tunggal dapat membentuk mikrotubula ganda, sedangkan mikrotubula tunggal tersusun beberapa protofilamen, yaitu suatu polimer dari dimer protein tubulin a dan b. Sistem kerja kolkisin sebagai senyawa anti mitotik adalah menghambat pembentukan mikrotubula.

Kolkisin akan berikatan dengan dimer protein tubulin a dan b, sehingga tidak terbentuk protofilamen. Tidak terbentuknya protofilamen menyebabkan mikrotubula singlet dan mikrotubula dublet tidak terbentuk, yang berakibat tidak terbentuknya benang *spindel*. Pembentukan benang *spindel* yang terhambat berpengaruh pada tidak terbaginya kromosom ke arah yang berlawanan ketika dalam keadaan mengganda.

Kegagalan dalam pembentukan benang-benang spindel pada saat metafase menyebabkan kegagalan pemisahan kromosom pada saat anafase sehingga menyebabkan terjadinya penggandaan kromosom tanpa terjadi pembelahan sel (Suryo, 2007). Dalam penerapannya, aplikasi kolkisin dapat dilakukan dengan berbagai cara dan pada beberapa fase pertumbuhan tanaman. Aplikasi kolkisin yang umum dilakukan adalah pada saat fase benih dan fase perkecambahan. Chaikam dan Mahuku (2012) menyatakan bahwa perendaman pada fase benih dan fase perkecambahan dalam larutan kolkisin dapat menghasilkan tanaman poliploid. Pengaplikasian kolkisin juga dapat dilakukan pada mata kuncup, bunga atau saat fase pembibitan dimana sel-sel tanaman aktif membelah.

Kolkisin dapat menyebabkan keragaman fenotip, fisiologi dan hasil dari suatu tanaman. Kolkisin juga dapat mempengaruhi morfologi dari tanaman sehingga tanaman menjadi lebih kekar dan juga dapat merubah susunan bahan organik dan sel serta protein yang dapat menyebabkan terjadinya peningkatan berat total dan penambahan ukuran sel (Dermen, 2008).

Tingkat kepekaan tiap jenis tanaman terhadap pemberian kolkisin berbeda-beda, oleh karena itu konsentrasi dan lama waktu pemberian kolkisin juga harus disesuaikan. Narsikin (2002) menyebutkan bahwa jika pemberian konsentrasi dan lama waktu perendaman kolkisin terlalu lama maka akan berpengaruh negatif pada penampilan tanaman, bahkan dapat menyebabkan kerusakan sel-sel tanaman dan tanaman menjadi mati, sebaliknya apabila perlakuan konsentrasi dan lama waktu pemberian kolkisin terlalu rendah maka tanaman poliploidi akan susah untuk terbentuk.

Tahapan perlakuan perendaman kolkisin pada padi hitam untuk meningkatkan variasi genetik adalah dengan merendam kecambah padi hitam pada berbagai konsentrasi larutan kolkisin. Metode perlakuan perendaman kolkisin ini mengacu pada Ghosh (1949), untuk membentuk tanaman mutan padi dengan kolkisin digunakan beberapa konsentrasi larutan yaitu 0,05%, 0,1%, 0,5% dan 1% dengan lama perendaman selama 2 jam dan diaplikasikan pada benih yang baru berkecambah.

Konsentrasi kolkisin yang efektif untuk membentuk tanaman yang poliploidi adalah 0,001% - 1,00% dengan lama perlakuan 3 – 24 jam, namun pada benih dengan kulit yang keras seperti benih kacang-kacangan, jagung dan padi konsentrasi kolkisin yang diberikan sebaiknya 0,2% (Suryo, 2007). Pada penelitian yang dilakukan Prasanna, Chaikam dan Mahuku (2012) konsentrasi yang digunakan adalah 0,04% kolkisin dan 0,5% DMSO untuk menginduksi tanaman jagung menjadi poliploidi.

2.5 Tanaman Poliploidi

Satu set dasar suatu kromosom tanaman adalah n (Nasir, 2001). Poliploidi adalah proses manipulasi jumlah set kromosom sehingga menghasilkan organisme yang mempunyai jumlah set kromosom yang berlipat dari kromosom dasarnya (Kadi, 2007). Terdapat dua jenis tanaman yang termasuk dalam tanaman poliploid, yaitu *euploid* dan *aneuploid*. *Euploid* adalah organisme dengan jumlah kromosom sel somatisnya adalah kelipatan dari kromosom haploid Sudarka, (2015) dalam Putu (2017). Organisme yang termasuk dalam *euploid* biasanya akan memiliki kromosom berlipat seperti triploid ($3n$), tetraploid ($4n$), dan seterusnya. *Aneuploid* adalah keadaan dimana suatu organisme atau tanaman memiliki penambahan atau pengurangan kromosom dari pasangan normal, seperti $2n-1$ (monosomi), $2n+1$ (trisomi), $2n+2$ (tetrasomi) (Suranto, 2003).

Penyebab terjadi poliploidi dapat dibedakan menjadi dua jenis yaitu *autopoliploid* dan *allopolid* (Yuwono, 2006). *Autopoliploid* adalah sel yang mempunyai penambahan set kromosom homolog, *autopoliploid* muncul akibat dari penggandaan kromosom yang komplemen secara langsung. *Autopoliploid* dapat diinduksi secara artificial dengan menggunakan senyawa mutagen seperti kolkisin

atau bisa juga terjadi secara spontan di alam, namun kejadian secara spontan jarang ditemukan (Kadi, 2007). Pemberian senyawa mutagen seperti kolkisin dapat menghambat pembentukan dan aktivitas benang spindel saat peristiwa mitosis, ketika memasuki fase metafase kromosom tidak bergerak ke arah kutub, tetapi tetap berada di daerah equator bahkan terkadang masih mengalami penggandaan (Yuwono, 2006).

Selain *autopoliploid*, penyebab terjadinya poliploid lainnya adalah *allopoliploid*. *Allopoliploid* terjadi apabila genom dari spesies yang berbeda bergabung, sehingga tersusun gen dari dua spesies yang berbeda. Di alam, *allopoliploid* terjadi akibat adanya persilangan antara dua tanaman yang memiliki spesies atau genus berbeda. Contoh peristiwa *allopoliploid* adalah persilangan intergenerik atau interspesifik yang biasanya menghasilkan keturunan yang steril akibat dari hanya ada beberapa kromosom homolog atau bahkan tidak memiliki kromosom homolog, yang selanjutnya berakibat pada tidak normalnya proses meiosis.

2.6 Keragaman Genetik

Sumber daya genetik yang beragam penting bagi kegiatan pemuliaan tanaman, Karena keragaman genetik ialah sumber bagi setiap program pemuliaan tanaman (Welsh, 1991). IPGRI, (1993) dalam Ruslan Boy dan Soeharsono (2013) menyebutkan Sumber daya genetik dapat didefinisikan sebagai bahan genetik tanaman yang memiliki nilai aktual dan potensial sebagai suatu sumber bahan perbaikan varietas untuk generasi sekarang dan yang akan datang.

Hawkes *et al.*, (2000) mengelompokan bahan genetik tanaman tersebut menjadi beberapa golongan antara lain ialah bentuk-bentuk primitive tanaman budidaya atau varietas lokal, varietas modern dan varietas yang tidak terpakai, galur pemulia atau stok genetik, ras gulma, krabat spesies liar dan spesies liar lainnya. Keragaman tersebut dapat dimanfaatkan pada teknik seleksi atau dalam program persilangan untuk mendapatkan kombinasi genetik baru.

Mangoendidjojo (2003) menyatakan bahwa variasi yang tampak pada populasi tanaman yang ditanam pada kondisi lingkungan yang sama maka variasi

tersebut berasal dari perbedaan yang berasal dari genotip individu anggota populasi. Keragaman tersebut dapat terjadi karena adanya percampuran materi pemuliaan, rekombinasi genetik akibat adanya persilangan dan adanya mutasi atau poliploidi.

Jika terdapat keragaman genetik, maka kemungkinan besar penampakan dari karakter tanaman juga akan beragam. Karakter tanaman dikendalikan oleh gen, namun secara visual (fenotip) penampakan yang terlihat dipengaruhi oleh faktor genetic dan lingkungan. Karakter tanaman dibedakan menjadi karakter kuantitatif dan kualitatif. Karakter kuantitatif dikendalikan oleh banyak gen (poligenik) dan umumnya karakter ini dapat diukur sehingga sebarannya tidak dapat dibedakan dengan tegas. Sedangkan karakter kualitatif dikendalikan oleh sedikit gen atau bahkan gen tunggal (monogenik) dan umumnya karakter ini dapat dibedakan dengan jelas secara visual (Nasir, 2001). Nilai genetik dapat dipelajari dengan memperhatikan proporsi gen dan genotip yang ada pada populasi tersebut.

Nasir (2001) menyatakan bahwa kawin acak pada populasi dasar, frkuensi gen dan frekuensi genotipnya akan terjadi keseimbangan dari generasi ke generasi. Proporsi dari gen tersebut akan tetap tidak berubah dari generasi ke generasi. Perubahan nilai dapat terjadi jika dalam populasi tersebut terjadi mutasi, migrasi dan penghanyutan genetik.

Keragaman genetik dalam bentuk alel terjadi karena adanya mutasi. Keragaman ini terjadi secara spontan dalam jumlah tertentu yang tergantung pada lokus itu sendiri dan informasi genetik di sekitar kromosom (Welsh, 1991). Keragaman genetik pada populasi F₂ dipengaruhi oleh sifat tetua yang digunakan. Semakin banyak sifat yang dimiliki tetuanya, maka keragaman genetik yang ditemukan pada populasi F₂ semakin besar (Poespodarsono, 1988).

Kegiatan seleksi akan efektif apabila keragaman genetik cukup besar pada populasi yang diseleksi. Dengan menyeleksi sejumlah tanaman pada populasi tersebut dan menjadikan biji tanaman terseleksi sebagai benih tanaman berikutnya diharapkan memberi hasil yang lebih baik. Besarnya kenaikan hasil yang diperoleh tersebut diperkirakan dari kemajuan genetiknya. Allard (1992) menegaskan bahwa kemajuan genetik ditunjukkan oleh pergeseran nilai tengah populasi setelah seleksi yang

melewati batas kritis sebaran normal dari nilai normal tengah populasi sebelum seleksi.

2.6 Heritabilitas

Ekspresi fenotip suatu karakter ialah resultan dari pengaruh faktor genetik dari simpangan akibat faktor lingkungan serta interaksi kedua faktor tersebut (Poespodarsono, 1988; Nasir, 2001). Masing-masing faktor sulit diketahui perannya secara langsung pada penampilan fenotip suatu karakter tanaman. Sedangkan dalam pemuliaan tanaman pengaruh faktor genetik lebih diperlukan. Sehingga diperlukan suatu penaksiran kuantitatif terhadap peran genetik dan lingkungan pada suatu karakter tanaman. Nasir (2001) menyatakan heritabilitas ialah proporsi besaran ragam genetik terhadap besaran total ragam genetik ditambah dengan ragam lingkungan atau ragam fenotip untuk suatu karakter tertentu.

Nilai heritabilitas dinyatakan dalam bilangan pecahan atau persentase dengan rentang nilai 0-1. Heritabilitas dengan nilai 0 berarti keragaman fenotip disebabkan oleh faktor lingkungan. (Stenfield, 1983) nilai heritabilitas yang tinggi mendekati 1, menunjukkan bahwa faktor genetik lebih berperan dalam mengendalikan suatu karakter dibandingkan dengan lingkungan. Nilai heritabilitas ditentukan oleh metode dan populasi yang digunakan (Kurniawan *et al.*, 1991). Makmur (1985) menjelaskan secara rinci bahwa nilai heritabilitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya ialah:

1. Faktor populasi

Heritabilitas dipengaruhi oleh ragam genotipik dari populasi yang diamati.

2. Genotipe yang dievaluasi

Heritabilitas ditentukan dengan mengevaluasi sejumlah individu pada populasi. Bila terdapat segregasi dari populasi yang dievaluasi, ragam genetik dari populasi dapat diketahui.

3. Metode pendugaan heritabilitas

Heritabilitas dari suatu karakter dapat diduga melalui beberapa metode. Nilai heritabilitas yang diperoleh dapat berbeda antara satu metode dengan metode lainnya.

Heritabilitas dibedakan menjadi heritabilitas dalam arti luas dan heritabilitas dalam arti sempit. Heritabilitas memperhatikan keragaman genetik total dalam kaitannya dengan keragaman fenotip (Nasir, 2001). Sedangkan heritabilitas dalam arti sempit memperhatikan keragaman akibat peran gen. Jika heritabilitas dalam arti sempit tinggi maka karakter tersebut dipengaruhi oleh tindak gen aditif, sebaliknya jika nilai heritabilitas dalam arti sempit rendah, maka karakter tersebut dipengaruhi selain tindak gen aditif (dominan dan epistasis) pada kadar yang tinggi (Aingh dan mutty, 1982).

Salah satu faktor penting dalam pemuliaan tanaman yang efektif untuk memperbaiki kualitas genetik dari tanaman adalah pengetahuan mengenai kontribusi relatif yang diberikan oleh gen-gen terhadap variabilitas karakternya (Stenfield, 1991). Nilai heritabilitas dapat dijadikan indikator keefektifan seleksi. Keragaman genetik yang tinggi pada populasi dasar akan memberikan respon yang baik terhadap seleksi karena pada keragaman genetik yang tinggi akan memberikan peluang besar untuk mendapatkan kombinasi persilangan yang tepat dengan gabungan sifat-sifat yang baik (Suprpto, 2007)