

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang dan Masalah

Kedelai termasuk salah satu jenis tanaman *leguminosa* atau tanaman kacang-kacangan yang sangat potensial sebagai sumber protein nabati. Kedudukannya sangat penting dalam kebutuhan pangan karena banyak dikonsumsi oleh masyarakat dan mengandung nilai gizi yang tinggi. Sebagai sumber protein, kedelai menempati urutan pertama diantara tanaman kacang-kacangan (Suprpto, 2004). Kedelai biasanya dijadikan berbagai macam olahan seperti tempe, tahu, kecap, dan sebagainya. Tingkat konsumsi masyarakat Indonesia yang tinggi terhadap kacang kedelai, berbanding terbalik dengan kemampuan produksi tanaman kedelai di Indonesia. Dalam kurun waktu lima tahun (tahun 2010–2014) kebutuhan kedelai setiap tahunnya \pm 2.300.000 ton biji kering (Ditjen Tanaman Pangan, 2013).

Nurrahman (2015) menyatakan antara Mallika (Kedelai hitam), Grobogan dan Kedelai Impor hanya Kedelai hitam Mallika yang memiliki komposisi kimia *antosianin*, sedangkan kedelai kuning tidak terdeteksi. Kedelai hitam tergolong bahan pangan fungsional, hubungan Kedelai hitam dengan kesehatan menjadi isu yang menarik dikarenakan memiliki komponen *isoflavan* yang terdapat di *kotiledon* biji kedelai dan *antosianin* terdapat di kulit kedelai.

Upaya yang dilakukan dalam usaha peningkatan produksi kedelai, antara lain melalui penanaman varietas unggul berdaya hasil tinggi (Arsyad 2000; Nilayati dan Putri, 2015). Varietas unggul dapat diperoleh melalui pemuliaan tanaman dengan melakukan seleksi pada plasma nutfah yang telah tersedia atau seleksi pada populasi bersegregasi (Wirnas dkk., 2012).

Induksi mutasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman. Keragaman genetik yang tinggi dalam populasi diperlukan untuk melakukan seleksi terhadap karakter yang dikehendaki. Pemuliaan tanaman melalui mutasi telah dikembangkan secara luas pada berbagai komoditi bermanfaat dan efektif untuk tanaman yang autogamous dengan keragaman genetik sempit (Micke,

1988). Strategi pemuliaan tanaman melalui mutasi adalah mengubah/memperbaiki satu atau dua karakter agronomi yang mempunyai peran penting dalam meningkatkan produksi seperti jumlah polong, jumlah cabang, bobot biji/tanaman.

Sejauh ini masih sangat sedikit varietas unggul lokal kedelai hitam yang ada, diantaranya varietas Merapi, Cikuray, Mallika, yang umumnya memiliki ukuran biji yang kecil. Varietas Detam 1, Detam 2, Detam 3 Prida, dan Detam 4 Prida relatif memiliki ukuran biji yang besar, memiliki potensi hasil 3,0-3,5 ton.h-1 dan kadar protein 45% menjadikan varietas Detam cocok untuk dijadikan bahan baku kecap (Harsanti dan Yulinar, 2015).

Pada kedelai hitam khususnya Varietas Detam 4 sendiri merupakan salah satu tanaman yang memiliki beberapa keunggulan yaitu, tahan terhadap hama polong dan tahan penyakit, seperti penyakit karat daun pada kedelai hitam, serta berumur genjah dan tahan terhadap kekeringan, namun potensi hasil Detam 4 Prida belum setinggi potensi hasil Detam 3 Prida (Adie, 2013). Menurut Purba dkk., (2013), Induksi radiasi gamma yang diterapkan pada beberapa varietas kedelai hitam menunjukkan hasil keragaman genetik yang dapat dilakukan uji lanjut dengan perlakuan radiasi sinar gamma.

Karakter agronomi berpengaruh besar atau memiliki hubungan yang kuat terhadap kedua komponen daya hasil tersebut dapat dipertimbangkan pada saat seleksi genotipe. Zanetta dkk. (2016), pada peningkatan hasil tanaman kedelai dapat diupayakan melalui pemuliaan dengan penggunaan kultivar kedelai lokal, kultivar unggul, dan galur-galur potensial dalam merakit varietas unggul baru. Keragaman karakter tanaman dapat menentukan potensi hasil dan meningkatkan efisiensi penggunaan bahan genetik dalam pemuliaan tanaman untuk meningkatkan produksi.

Hasil penelitian “Seleksi mutan generasi dua (M_2) kedelai hitam terhadap produksi tinggi” diperoleh hasil variabel pengamatan jumlah cabang dengan kriteria sedang KKG (%) 10,32 dan kriteria besar KKF (%) 25,83 (Andini dkk., 2021). Hasil dari penelitian “Keragaman fenotipe pada tanaman kedelai hitam (*Glycine max* (L) Merr) generasi m_3 hasil mutasi” diperoleh hasil variabel kriteria tinggi KKG (%) 87,91 dan kriteria tinggi KKF (%) 88,32, (Hadinata, 2022). Berdasarkan

hasil penelitian sebelumnya maka peneliti ingin mengetahui keragaman dari karakter agronomi di generasi keempat (M_4).

1.2. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi karakter agronomi pada enam genotipe tanaman kedelai hitam generasi ke-4 (M_4).

1.3. Kerangka Pemikiran

Kedelai hitam adalah salah satu bahan pangan lokal yang sangat potensial untuk menjadi bahan baku minuman fungsional karena mengandung asam amino esensial, vitamin E, *saponin*, kaya akan antioksidan misalnya *flavonoid*, *isoflavan* dan antosianin (Wardani dkk., 2014). Kedelai hitam memiliki kandungan *tanin* 4 kali lipat dibanding kedelai kuning. Olahan kedelai hitam berperan sebagai penurunan tingkat penyakit Diabetes Melitus. Kandungan *antosianin* pada kedelai hitam tidak dimiliki oleh kedelai kuning. Kedelai hitam juga mengandung senyawa penting lain seperti antosianin, isoflavan, dan saponin (Irwanto, 2016).

Konsumsi kedelai di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya dan belum mencukupi kebutuhan yang dibutuhkan, kenaikan kebutuhan kedelai tidak diiringi dengan peningkatan produksi kedelai. Data Badan Pusat Statistik (BPS) (2020) menunjukkan bahwa untuk kebutuhan kedelai Nasional sepanjang 2020 mencapai 1,6 ton. Kebutuhan produksi masih jauh dari kebutuhan nasional yang lebih dari 2 ton.

Petani kedelai di Indonesia saat ini masih lebih memilih membudidayakan kedelai kuning daripada kedelai hitam, salah satu alasannya adalah karena kedelai hitam umumnya memiliki biji yang lebih kecil daripada kedelai kuning. Jumlah varietas unggul kedelai hitam yang memiliki ukuran biji besar saat ini juga masih sangat sedikit, kebanyakan dari varietas kedelai hitam yang sudah dilepas memiliki ukuran biji kecil sampai dengan sedang. Berdasarkan deskripsi varietas unggul kedelai hingga tahun 2016 baru terdapat empat varietas unggul kedelai hitam yang memiliki ukuran biji besar yaitu varietas Detam 1, Detam 2, Mutiara 2, dan Mutiara 3. Masih terbatasnya jumlah varietas unggul kedelai hitam yang memiliki ukuran biji besar maka dari itu penting untuk dilakukan pengembangan varietas unggul baru kedelai hitam yang memiliki ukuran biji yang besar.

Induksi mutasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman. Keragaman genetik yang tinggi dalam populasi diperlukan untuk melakukan seleksi terhadap karakter yang dikehendaki. Pemuliaan tanaman melalui mutasi telah dikembangkan secara luas pada berbagai komoditi bermanfaat dan efektif untuk tanaman yang autogamous dengan keragaman genetik sempit (Mickey 1988). Strategi pemuliaan tanaman melalui mutasi adalah mengubah/memperbaiki satu atau dua karakter agronomi yang mempunyai peran penting dalam meningkatkan produksi seperti jumlah polong, jumlah cabang, bobot biji/tanaman.

Adanya keragaman genetik yang luas akan dapat meningkatkan peluang keberhasilan dalam melakukan seleksi untuk mendapatkan genotipe tanaman yang sesuai dengan tujuan pemuliaan. Analisis data dengan menghitung nilai standar deviasi dilakukan untuk mengetahui keragaman suatu data. Nilai standar deviasi yang tinggi menunjukkan adanya keragaman suatu data dan apabila nilai standar deviasi suatu data rendah dan mendekati nol maka hal menunjukkan suatu data sudah seragam atau homogen (Arwin, 2015).

Hasil dari penelitian pada tanaman kedelai hitam (*Glycine max* (L) Merr) generasi m_3 hasil mutasi, Hadinata, (2022) menunjukkan bahwa jumlah cabang dan jumlah polong biji satu memiliki kriteria tinggi dan sedang pada Koefisien Keragaman Genotipe (KKG). Pada Koefisien Keragaman Fenotipe (KKF) kriteria tinggi ditunjukkan pada variabel pengamatan jumlah cabang dan jumlah polong biji 1 sementara variabel jumlah polong menunjukkan kriteria cukup tinggi dan agak rendah. Menurut Prajitno dkk. (2002), keragaman fenotipe yang tinggi disebabkan oleh adanya keragaman yang besar dari lingkungan dan keragaman genetik akibat segregasi. Keragaman yang teramati merupakan fenotipik yang dihasilkan karena adanya perbedaan genetik.

1.4. Hipotesis

Diduga terdapat perbedaan karakter agronomi dari enam genotipe tanaman kedelai hitam pada generasi keempat (M_4).

1.5. Kontribusi Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang perbedaan karakter agronomi pada enam genotipe tanaman kedelai hitam generasi M₄ hasil mutasi sehingga dapat menjadi materi genetik untuk tahap selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Klasifikasi Tanaman Kedelai

Tanaman kedelai (*Glycine max* L.) termasuk dalam famili Legum atau kacang-kacangan. Klasifikasi kedelai hitam (*Glycine max* (L) Merr) menurut BALITKABI, (2016) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Polypetales</i>
Famili	: <i>Leguminosae</i>
Sub-famili	: <i>Papilionoideae</i>
Genus	: <i>Glycine</i>
Subgenus	: <i>Soja</i>
Spesies	: <i>max</i>

2.2. Morfologi Kedelai

Menurut Suhaeni (2016), morfologi tanaman kedelai terdiri atas akar, batang, daun, bunga, polong dan biji.

2.2.1. Akar

Kedelai memiliki ciri khas pada sistem perakarannya yang dimana akar pada kedelai memiliki interaksi simbiosis dengan bakteri nodul akar (*Rhizobium Japonicum*) yang menyebabkan terbentuknya bintil akar. Bintil akar memiliki peran yang sangat penting yaitu untuk proses fiksasi nitrogen yang dimana nitrogen ini dibutuhkan oleh tanaman kedelai untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Sumarno, 2016).

Kedelai memiliki akar tunggang yang terbentuk dari calon akar, bintil akar kedelai dapat terlihat pada umur 10 hst areal perakaran kedelai terletak 15 cm dari

permukaan tanah. jarak tanam yang sempit dapat mengganggu pertumbuhan akar (Adie dan Krinawati, 2007).

2.2.2. Batang

Kedelai memiliki batang tidak berkayu, berjenis perdu atau semak, berbulu, berbentuk bulat, berwarna hijau dan memiliki panjang yang bervariasi berkisar 30-100 cm. Tanaman kedelai mampu membentuk 3-6 cabang. percabangan pada tanaman kedelai akan tumbuh saat tinggi tanaman kedelai sudah mencapai 20 cm. Jumlah cabang pada tanaman kedelai dipengaruhi oleh varietas dan kepadatan populasinya. (Rianto, 2016).

2.2.3. Daun

Tanaman kedelai memiliki dua bentuk daun yaitu oval dan lancip, bentuk daun pada tanaman kedelai dipengaruhi oleh faktor genetik. Potensi produksi biji diperkirakan mempunyai korelasi yang sangat erat dengan bentuk daun. Varietas kedelai yang mempunyai bentuk daun lebar sangat cocok ditanam di Daerah yang mempunyai tingkat kesuburan tanah tinggi. Daun mempunyai stomata, berjumlah antara 190-320 buah/M².

2.2.4. Bunga

Pembentukan bunga juga dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban. Pada suhu tinggi dan kelembaban rendah, jumlah sinar matahari yang jatuh pada ketiak tangkai daun lebih banyak. Hal ini akan merangsang pembentukan bunga. Setiap ketiak tangkai daun yang mempunyai kuncup bunga dan dapat berkembang menjadi polong disebut sebagai buku subur.

2.2.5. Polong dan Biji

Polong kedelai pertama kali terbentuk sekitar tujuh sampai sepuluh hari setelah munculnya bunga pertama. Panjang polong muda sekitar satu cm, jumlah polong yang terbentuk pada setiap ketiak tangkai daun sangat beragam antara satu 8 sampai sepuluh buah dalam setiap kelompok. Pada setiap tanaman, jumlah polong dapat mencapai lebih dari 50 buah. Kecepatan pembentukan polong dan

pembesaran biji akan semakin cepat setelah proses pembentukan bunga berhenti. Ukuran dan bentuk polong menjadi maksimal pada masa awal periode pemasakan biji. Hal ini kemudian diikuti oleh perubahan warna polong dari hijau menjadi kuning kecoklatan pada saat masak (Pitojo, 2003).

2.3. Syarat Tumbuh

1. Iklim

Kedelai adalah tanaman yang dapat tumbuh pada daerah beriklim tropis dan subtropis. Kedelai dapat tumbuh baik pada daerah yang bersuhu panas dengan curah hujan 100-400 mm per bulan. Kedelai banyak dibudidayakan di dataran rendah hingga menengah dengan ketinggian < 600 mdpl, di Indonesia penanaman kedelai biasanya dilakukan setelah musim hujan karena pada saat itu kelembaban tanah masih baik dan diharapkan masih ada turun hujan beberapa kali, namun bila terjadi hujan maka harus dilakukan penyiraman. ketersediaan air harus dipastikan cukup untuk tanaman kedelai, volume air yang terlalu banyak dapat menyebabkan akar tanaman membusuk (Firmanto, 2011).

Menurut Fagi dan Las (2012), beberapa faktor iklim yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman kedelai antara lain lama dan intensitas penyinaran, suhu udara, dan kandungan CO₂ di atmosfer. Lama penyinaran yang optimal untuk tanaman kedelai adalah 10-12 jam, kekurangan cahaya matahari akan mengakibatkan tanaman tumbuh lebih tinggi, ruas antar buku lebih panjang, jumlah daun dan jumlah polong lebih sedikit, dan ukuran biji semakin kecil. Setiap fase pertumbuhan tanaman kedelai memerlukan suhu yang berbeda untuk fase perkecambahan suhu yang sesuai adalah 15-22 °C fase pembungaan 20-25 °C dan fase pemasakan 15-22 °C.

2. Tanah

Kondisi tanah yang baik untuk menanam kedelai adalah tanah yang memiliki tingkat kesuburan sedang sampai tinggi, gembur, memiliki pH 5,5-7,0, dan berkadar air cukup. Tanaman kedelai tidak akan optimal pertumbuhannya apabila ditanam pada lahan dengan tanah berpasir, dengan pH masam dan sering kekurangan air apabila dipaksakan maka produktivitas kedelai akan rendah dan pertumbuhannya pun tidak akan bagus (Adisarwanto, 2013).

2.4 Karakter Agronomi

Menurut Putra dkk. (2015) karakter agronomi adalah karakter-karakter yang berperan dalam penentuan atau pendistribusian potensi hasil suatu tanaman, karakter agronomi meliputi karakter komponen hasil dan hasil tanaman. Karakter komponen hasil meliputi tinggi tanaman, umur panen, jumlah cabang produktif dan jumlah polong. Karakter hasil dilihat dari Total bobot biji kering, bobot 100 butir biji kering dan jumlah biji yang dihasilkan pertanaman. Pandini dkk. (2002) melaporkan bahwa total jumlah polong per tanaman dapat digunakan sebagai karakter seleksi untuk memperbaiki daya hasil kedelai. Iqbal dkk. (2010) juga melaporkan bahwa karakter komponen hasil seperti jumlah cabang per tanaman, jumlah polong per tanaman dan bobot 100 biji dapat dimanfaatkan dalam program pemuliaan untuk menyeleksi genotipe berdaya hasil tinggi.

2.5 Mutasi Tanaman

Metode pemuliaan mutasi telah banyak digunakan di berbagai negara untuk merakit varietas varietas unggul. Beberapa prosedur yang harus dilakukan untuk menghasilkan suatu varietas unggul baru dalam pemuliaan mutasi yaitu dengan melakukan seleksi pada populasi M_1 menggunakan metode *bulk*, dan dilanjutkan dengan metode *pedigree* di generasi M_2 - M_4 , melakukan evaluasi keseragaman pada M_4 dan melakukan uji daya hasil dan adaptasi pada generasi kelima (M_5) sampai generasi kedelapan (M_8) (Asadi, 2013).

Mutasi adalah perubahan yang terjadi secara tiba-tiba dan acak pada materi genetik (genom, kromosom, gen). Induksi mutasi merupakan salah satu cara untuk meningkatkan keragaman tanaman. Mutagen atau alat mutasi artifisial dibedakan atas dua kelompok, yaitu mutagen fisik dan mutagen kimia. Mutagen fisik adalah radiasi ion yang meliputi sinar X, sinar gama, neutron, partikel beta, partikel alfa, dan proton. Sinar gama sangat luas digunakan dalam pemuliaan tanaman (Lestari, 2012).

Acquaah (2012) menyatakan bahwa mutasi pada umumnya adalah kejadian acak tidak dapat diprediksi, tidak dapat diarahkan secara spesifik gen. Mutasi juga dapat diklasifikasikan menurut jenis perubahan struktural yang dihasilkan sebagai: (1) Variasi ploidi: melibatkan perubahan kromosom nomor (butir atau kehilangan

dalam set lengkap kromosom atau bagian dari satu set). (2) Variasi struktur kromosom: melibatkan perubahan struktur kromosom (misalnya, duplikasi segmen, translokasi segmen). (3) Mutasi gen: perubahan konstitusi nukleotida DNA (dengan penghapusan atau substitusi).

Induksi mutasi melalui iradiasi biji menyebabkan mutasi fisik, iradiasi mampu menembus biji tanaman sampai ke lapisan kromosom. Struktur dan jumlah pasangan kromosom pada biji tanaman dapat dipengaruhi oleh sinar iradiasi ini. Perubahan struktur akibat iradiasi dapat berakibat pada perubahan sifat tanaman dan keturunannya. Fenomena ini digunakan untuk memperbaiki sifat tanaman dengan keunggulan tertentu, misalnya tahan hama, tahan kering, dan umur genjah (Batan, 2007).

Kelebihan sinar gamma pada pemuliaan tanaman karena mempunyai daya tembus sangat kuat dibandingkan sinar lainnya. Sinar gamma dapat dimanfaatkan dalam bidang pemuliaan tanaman untuk menciptakan keragaman genetik baru dalam perakitan varietas unggul (Lilik, 2016). Menurut Harsanti dan Yulidar (2019), Pemuliaan mutasi di Batan, telah menghasilkan varietas unggul dengan hasil produksi yang tinggi yaitu kedelai berumur genjah (Gamasugen 1 dan 2), Kedelai berbiji besar (Mutiara 1), Kedelai hitam (Mutiara 2 dan 3), kedelai tahan lahan masam (Rajabasa).

2.6. Koefisien Keragaman Genetik dan Fenotipe

Informasi mengenai keragaman fenotipe dan genotipe sangat diperlukan dalam pemuliaan tanaman. Nilai koefisien keragaman genetik yang rendah menunjukkan bahwa lingkungan lebih berpengaruh terhadap suatu karakter, sedangkan apabila nilai koefisien keragaman genetik sedang hal ini menunjukkan bahwa genetik dan lingkungan sama-sama mempengaruhi karakter, dan apabila koefisien keragaman genetik tinggi hal ini menunjukkan bahwa pengaruh genetik lebih mempengaruhi daripada pengaruh lingkungan. Keragaman genetik memiliki peran yang sangat penting karena semakin tinggi keragaman genetik semakin tinggi pula peluang untuk dapat memperoleh sumber gen bagi karakter yang akan diperbaiki (Halide dan Paserang, 2020). Menurut Moedjiono dan Mejaya (1994)

kriteria Rendah (0%-25%), Agak rendah (25%-50%), Cukup tinggi (50%-75%), dan Tinggi (75%-100%).

2.6 Heritabilitas

Heritabilitas bertujuan untuk mengukur tingkat pewarisan suatu karakter dalam populasi tanaman atau suatu pendugaan yang mengukur sejauh mana variabilitas penampilan suatu karakter dalam populasi yang disebabkan oleh peran faktor genetik (Poehlman dkk., 1995). Heritabilitas dihitung dengan rumus:

$$h^2 = \frac{\sigma^2g}{\sigma^2p}$$

Keterangan:

σ^2g = ragam genetik

σ^2p = ragam fenotipe

Menurut Stanfield (1991) kriteria nilai duga heritabilitas dalam arti luas dapat dikategorikan sebagai berikut:

- a. Tinggi = bila $h^2 \geq 0,50$
- b. Sedang = bila $0,20 \leq h^2 < 0,50$
- c. Rendah = bila $h^2 < 0,20$

Hasil riset Hadinata., 2022 pada kedelai hitam mutan M₃ detam 4 prida menunjukkan bahwa karakter jumlah cabang memiliki nilai heretabilitas yang tinggi, nilai heretabilitas yang tinggi menunjukkan bahwa faktor genetik lebih besar dari faktor lingkungan.

Nilai heritabilitas merupakan parameter genetik yang digunakan untuk mengukur kemampuan suatu genotipe pada suatu populasi untuk mewariskan karakter yang dimilikinya atau suatu pendugaan untuk mengukur sejauh mana pengaruh genetik dalam mempengaruhi penampilan fenotipe tanaman (Nurmayani, 2019).