

KARAKTER MORFOFISIOLOGIS DENGAN APLIKASI KOLKISIN PADA TANAMAN KEDELAI (*Glycine max (L.) Mer*)

Wismaroh Sanniwati Saragih¹, Edison Sibagarian², Faano Bulolo³
^{1,2,3}Departmen of Agrotechnology Faculty of Agriculture Universitas Pembinaan Masyarakat
Indonesia North Sumatera, Indonesia.
Sanniwati@gmail.com

ABSTRAK

Kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) merupakan salah satu komoditas pangan yang sangat penting sebagai sumber protein nabati yang kebutuhannya selalu mengalami peningkatan di Indonesia. Walaupun saat ini Indonesia memiliki banyak varietas kedelai unggul, namun Indonesia masih Belum mampu mencukupi kebutuhan kedelai nasional sehingga terus bergantung pada impor kedelai. Permasalahan ini dapat diatasi dengan meningkatkan kualitas dan produktivitas varietas kedelai unggul yang sudah ada melalui teknik poliploidisasi dengan menggunakan senyawa kolkisin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakter morfofisiologi fenotip pada kedelai yang diinduksi dengankolkisin. Karakter fenotip yang diamati adalah panjang dan lebar stomata, tinggi tanaman, jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, berat 100biji, umur berbunga, dan umur masak kedelai. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kolkisin berdasarkan varietas kedelai berhasil terinduksi poliploiddengan perlakuan kolkisin konsentrasi 0,01%, 0,02%, dan 10 jamperendamanmempengaruhi peningkatan ukuran stomata, tinggi tanaman, dan berat 100biji pada varietas yang digunakan. Kolkisin juga berpengaruh nyata terhadap serangan hama kutu putih dan tanaman kedelai lebih tahan rebah.

Kata Kunci: Fenotif, Genotif, Kedelai, Kolkisin, Mutan, Poliploidisasi

ABSTRACT

Soybean (Glycine max (L.) Merr) is a very important food commodity as a source of vegetable protein whose demand is always increasing in Indonesia. Even though Indonesia currently has many superior varieties of soybeans, it is still unable to meet the national demand for soybeans, so it continues to depend on soybean imports. This problem can be overcome by increasing the quality and productivity of existing superior soybean varieties through polyploidization techniques using colchicine compounds. This study aims to determine the phenotypic and morphophysiological characteristics of colchicine-induced soybeans. The phenotypic characters observed were length and width of stomata, plant height, number of pods per plant, number of seeds per plant, weight of 100 seeds, flowering age, and soybean maturity. The results showed that the administration of colchicine based on soybean varieties was successful in inducing polyploidy with colchicine treatment at concentrations of 0.01% and 0.02%, and that 10 hours of soaking affected the increase in stomata size, plant height, and weight of 100 seeds in the varieties used. Colchicine also had a significant effect on mealybug attacks and soybean plants were more resistant to lodging.

Keywords: colchicine, genotype, mutants, phenotype, polyploidization, soybean

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max (L.) Merr*) bagi bangsa Indonesia merupakan salah satu bahan pangan yang banyak digunakan dalam berbagai masakan nusantara. Kedelai biasa dikonsumsi secara langsung maupun diolah menjadi tempe, tahu, dan kecap. Hanya saja, produksi kedelai di Indonesia masih belum mampu memenuhi kebutuhan di dalam negeri. Atas dasar itu, Indonesia banyak mengimpor kedelai dari mancanegara. [1] mencatat, impor kedelai Indonesia mencapai 2,32 juta ton dengan nilai US\$1,63 miliar pada 2022 (Gambar 1). Jumlah tersebut turun 6,63% dibandingkan pada tahun sebelumnya yang sebanyak 2,49 juta ton dengan nilai US\$1,48 miliar. Melihat trennya, impor komoditas dengan HS 1201 tersebut berfluktuasi. Berdasarkan volumenya, impor kedelai paling banyak dalam satu dekade terakhir mencapai 2,67 juta ton pada 2017 dan 2019. Berdasarkan wilayahnya, Indonesia mengimpor kedelai Indonesia dari 25 negara pada 2022. Indonesia paling

banyak mengimpor kedelai dari Amerika Serikat yang mencapai 1,93 juta ton dengan nilai US\$1,37miliar. Indonesia juga banyak mengimpor kedelai dari Kanada, yakni 287.991,84 ton. Lalu, impor kedelai Indonesia yang berasal dari Argentina mencapai 60.823,00 ton. Impor kedelai dari Brasil tercatat sebanyak 41.734,96 ton. Sedangkan, impor komoditas tersebut dari Malaysia sebanyak 5.208,32 ton.

Gambar 1. Tren impor kedelai Indonesia tahun 2012-2022, Sumber [1]

Kebutuhan komoditas kedelai di Indonesia meningkat setiap tahunnya seiring dengan penambahan jumlah penduduk dan berkembangnya industri pangan berbahan baku kedelai. Peningkatan produktivitas tanaman sangat dipengaruhi oleh kualitas dan kuantitas benih bersertifikat yang diikuti dengan aplikasi teknologi budidaya lainnya yang digunakan secara konsisten oleh petani dalam setiap usahatannya.

Tanaman kedelai adalah tanaman polong-polongan yang bernilai ekonomis tinggi, mengandung lebih banyak karbohidrat, protein, lemak tak jenuh, minyak atsiri, vitamin dan senyawa lain yang memiliki manfaat bagi kesehatan [2]. Kedelai dikenal sebagai tanaman pangan dan secara ekonomi sangat penting dan merupakan sumber utama protein dan minyak nabati [3]. Jenis protein yang sama dapat diperoleh dari kacang kedelai. [4] melaporkan bahwa susu kacang memiliki total nutrisi yang dapat dicerna lebih tinggi persentasenya (191,99%) dibandingkan kacang lain (79,52%). Namun, kedelai memiliki basis genetik yang sempit, mengakibatkan kesulitan yang lebih besar dalam mengembangkan varietas tanaman baru dan lebih baik yang memberikan toleransi pada berbagai faktor cekaman biotik dan abiotik [5]. Dengan demikian, pemulia tanaman terus mengoptimalkan teknik manipulasi genetik yang tersedia untuk memperkenalkan tahan stres dari berbagai sumber ke dalam tanaman kedelai. Beberapa metode yang digunakan untuk tujuan ini meliputi hibridisasi, rekayasa genetika, dan mutagenesis yang diinduksi secara kimiawi.

Meningkatnya permintaan konsumsi kedelai, salah satunya adalah mengembangkan varietas dengan yang cocok untuk penanaman dengan kerapatan tinggi. Varietas kedelai unggul dengan karakteristik tinggi tanaman optimal, panjang ruas lebih pendek, lebih banyak ruas, sedikit atau tidak ada cabang, jumlah polong moderat per node, polong lebih banyak, rasio yang lebih tinggi dari empat biji per polong, berat biji 100 tinggi, sudut tangkai daun lebih kecil, dan tangkai daun lebih pendek [3]. Mutasi buatan berperan dalam pembiakan tinggi genotipe unggul dan unggul pada tanaman budidaya.

Kolkisin adalah bahan kimia mutagen yang telah terbukti menyebabkan penggandaan kromosom (poliploidi). Produktivitasnya rendah karena masalah hasil yang buruk akibat serangan agen biotik dan abiotik [4]. Kolkisin sebagai salah satu agen mutagenik secara khusus mengganggu struktur dan orientasi serat mitosis dan menyebabkan karakteristik peningkatan pertumbuhan seperti ukuran daun, buah dan biji di antara tanaman yang berhasil diberi perlakuan awal dengan bahan kimia ini. Modifikasi genetik semacam ini telah lama mendapatkan popularitas di banyak sistem pemuliaan. Pendekatan ini masih menghadirkan alternatif yang layak terutama untuk rekayasa genetika, karena telah mendapat banyak perhatian konsumen dan peneliti, karena kekhawatiran ketidakstabilan genetik dan kemungkinan aktivitas karsinogenik sangat diminimalkan [6].

Penelitian yang dilakukan [7] menentukan kolkisin dan ethyl methanesulfonate (EMS) mutagenesis pada kacang panjang dan kacang hijau Vima1, dalam rangka pengembangan tanaman yang tahan. Penelitian ini terdiri dari empat taraf: (1) paket pertama (biji panjang M3 ungu diberi perlakuan larutan kolkisin), (2) kemasan kedua (biji panjang M3 ungu diberi perlakuan EMS larutan), (3) kemasan ketiga (biji Vima1 kacang hijau diberi perlakuan larutan kolkisin), dan (4) kemasan keempat paket (biji kacang hijau Vima1 diperlakukan dengan solusi EMS). Hasil penelitian ini terungkap yang menginduksi mutagenesis dengan perlakuan larutan kolkisin mengurangi kejadian kumbang daun kacang hingga 19% pada kacang panjang M3 ungu, serta penambang daun sebesar 5% hingga 9% dan kumbang daun kacang hingga 5% pada kacang hijau Vima1. Perlakuan larutan EMS menurunkan kejadian kumbang daun kacang sebesar 17% pada kacang panjang M3 ungu dan merah muda sebesar 5% sampai 15% pada kacang hijau Vima1.

Mutagenesis terinduksi menggunakan EMS secara signifikan menurunkan kejadian kutu putih daun sayuran sebesar 33% menjadi 93% atau rata-rata 71%. Perlakuan larutan kolkisin dan EMS menyebabkan serangan aphid pada kacang panjang M3 ungu, terutama pada polong. Serangan tidak terjadi pada daun dan kejadian aphid pada polong lebih lambat dibandingkan kontrol.

Beberapa kandidat mutan yang menjanjikan ditemukan dari penelitian ini yang akan digunakan dalam pengembangan tanaman lebih lanjut studi. Diharapkan metode dan hasil penelitian ini dapat menginspirasi pengembangan lebih cepat tanaman yang tahan terhadap serangan hama kumbang dan kutu putih.

Penelitian [8] hasilnya menunjukkan bahwa tanaman kedelai tidak berhasil diinduksi dengan kolkisin pada konsentrasi tertentu sebesar 0,04 % dengan lamaperendaman 10 jam yang ditunjukkan dengan jumlah kromosom dan analisis tingkat ploidi. Kedelai yang telah diinduksi ditanam di tanah salin. Berpengaruh nyata pada cabang produktif, jumlah polong isi, dan berat biji per tanaman. Perlakuan kolkisin tidak berhasil mempengaruhi jumlah kromosom kedelai tetapi berdampak pada pola kromosom. Selain itu, perlakuan salinitas secara signifikan mempengaruhi jumlah polong yang terisi dibandingkan dengan perlakuan $6\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$. Produksi tanaman yang dibudidayakan menghasilkan lebih tinggi menggunakan mutagenesis. Pemuliaan dengan induksi mutagenesis, terutama pada kacang-kacangan seperti kedelai akan mendapatkan polong lebih berisi dan tanaman tidak mudah rebah [9].

Kolkisin dilakukan pada tanaman kedelai tetapi ternaungi dan hasil penelitian [10] menunjukkan beberapa varietas berpengaruh nyata terhadap umur berbunga, umur panen, bobot 100 biji, produksi persampel dan produksi perplot. Nilai duga heritabilitas berkisar antara 0.12-1. Koefisien variasi genotip berkisar antara 4.64- 38.5 dan koefisien variasi fenotip berkisar antara 6.93-38.89. Nilai korelasi tidak berpengaruh nyata pada semua parameter. Naungan merupakan salah satu media yang digunakan untuk mengurangi intensitas cahaya matahari langsung yang pada umumnya dipakai untuk melakukan penelitian dengan tujuan tertentu.

Kolkisin diaplikasikan pada tanaman tomat dilaporkan [11] Mutasi pada tanaman dapat dilakukan dengan senyawa anti mitosis seperti kolkisin. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respon fenotipe tiga varietas tomat akibat pemberian kolkisin dan mengetahui konsentrasi kolkisin yang mampu meningkatkan pertumbuhan ketiga varietas tersebut. Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama berupa varietas tomat yang terdiri atas 3 jenis, yaitu varietas Rewako (V1), varietas Tymoti (V2), dan varietas Tropical ruby (V3). Faktor kedua berupa konsentrasi kolkisin dengan 4 taraf, yaitu 0% (K0), 0,2% (K1), 0,3% (K2), dan 0,4% (K3). Pengamatan terhadap presentase perkecambahan, tinggi tanaman, jumlah daun dan diameter batang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin tidak berpengaruh nyata terhadap presentase perkecambahan, tinggi tanaman dan jumlah daun. Diameter batang pada 0,3% dan 0,2% kolkisin lebih besar dibandingkan pada perlakuan 0% dan 0,4%.

Menurut [12] permasalahan produksi kedelai dapat diatasi dengan memperbaiki dan meningkatkan produksi kedelai di Indonesia. Produktivitas varietas kedelai menjadi unggul teknik poliploidisasi dengan kolkisin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedelai Anjasmoro belum berhasil terinduksi poliploid dengan perlakuan kolkisin konsentrasi 0,01%, 0,02%, 0,025%, 0,05%, 0,075%, 0,1%, 0,15%, 0,2%, dan 0,25% dengan lama waktu perlakuan 6, 8, 10, 12, 16, 18, dan 24 jam. Perlakuan kolkisin konsentrasi 0,01% dan 0,02% dengan lama waktu perlakuan 10 jam mempengaruhi peningkatan ukuran stomata, tinggi tanaman, dan berat 100 biji kedelai Anjasmoro.

Tinjauan penelitian ini, menjelaskan peran produksi tanaman poliploid sintetik pada kedelai untuk mitigasi tingkat cekaman abiotik dan biotik, secara singkat membahas bagaimana pendekatan yang berkembang ini dapat digunakan untuk lebih meningkatkan nutrisi, dan ekonomi nilai tanaman kedelai dan mengatasi tantangan yang terlibat dalam proses poliploidisasi baik dalam kondisi *in vivo* maupun *in vitro*.

Dari hasil uraian di atas, penelitian ini bertujuan mengetahui karakter morfologi fisiologis karena aplikasi kolkisin serta konsentrasi terhadap tanaman kedelai yang telah dilakukan peneliti terdahulu.

METODE

Metode penelitian dilakukan menggunakan data deskriptif bertujuan untuk menggambarkan, meringkas dari berbagai penelitian yang dilakukan menginduksi tanaman kedelai menggunakan kolkisin untuk meningkatkan hasil produksi, dan peningkatan pendapatan dari hasil tanaman kedelai.

HASIL

Secara *in vitro* penggunaan kolkisin dilaporkan [13] Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari induksi mutasi genetik secara *in vitro* melalui penggandaan kromosom kedelai dengan menggunakan

kolkisin, terdiri dari 2 percobaan. Percobaan pertama terdiri dari 2 faktor yaitu konsentrasi kolkisin (0,01, 0,02, 0,03, 0,04 dan 0,05%) dan lama perendaman dengan kolkisin (24, 48, dan 72jam). Kedua percobaan terdiri dari 2 faktor, varietas (Wilis dan Tanggamus), konsentrasi dari kolkisin (0,02, 0,04, dan 0,05%). Eksperimen pertamamenunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin (0,01, 0,02, 0,03, 0,04, dan 0,05%) berpengaruh nyata menginduksi persentase kalus dari kotiledon pada media MS termodifikasi mengandung 10 mg 2,4 D. Percobaan kedua menunjukkan bahwa konsentrasi dari kolkisin (0,02, 0,04 dan 0,05%) berpengaruh nyata terhadap beberapa variabel (persentase hidup, jumlah pucuk, persentase perakaran, jumlah kromosom, jumlah stomata, jumlah jumlah kloroplas, dan ukuran stomata). Dengan konsentrasi 0,04% kolkisin dihasilkan jumlah hasil kromosom $2n=160247$ tertinggi dibandingkan kromosom normal $2n=40$ dari kedua varietas kedelai.

Hasil penelitian yang dilakukan [14] menunjukkan bahwa secara interaksi perlakuan konsentrasi kolkisin dan lama perendaman berpengaruh nyata hanya pada parameter berat biji pertanaman yaitu konsentrasi 0,1% dan 18jam perendaman (K3P4) menghasilkan rerata 30,87 g. Hasil tertinggi perlakuan konsentrasi secara tunggal berbeda nyata pada perlakuan K3 (0,1%) pada semua parameter yaitu umur berbunga, tinggi tanaman, berat biji pertanaman dan berat 100 biji. Sedangkan perlakuan lama perendaman secara tunggal berpengaruh nyata terhadap parameter umur berbunga dan berat biji pertanaman pada perlakuan P4 (18 jam).

Karakter morfologi genotipe tanaman kedelai dapat ditentukan menggunakan deskriptor kedelai untuk struktur daun, warna daun, warna bunga, warna polong, dan bentuk polong. Ciri-ciri tersebut dapat membantu pemulia dalam pemilihan genotipe yang bergantung pada fenotipe, serta dalam proyek perbaikan genetik. Hasilnya menggambarkan adanya kecukupan variabilitas sifat morfologi antara genotipe (Gambar 2). Variabilitas morfologi antar genotipe tanaman sayuran, (a) variabilitas bentuk daun, (b) variabilitas bentuk tanaman kedelai, dan (c) variabilitas warna bunga kedelai. Sumber [15] Karakter morfologi beberapa varietas kedelai berupa bentuk daun, warna daun, warna bunga, kebiasaan tumbuh (Gambar 2), variabilitas bentuk daun tercatat lanset, ovale runcing dan ovale bulat (Gambar 2a). Warna daun menunjukkan variasi yang nyata dari normal hingga hijau tua, semua genotipe berwarna hijau. Warna bunga (Gambar 2c) genotipe berwarna putih dan berbungaungu. (Gambar 2b) pembentukan polong pada semua genotipe dan warnanya bervariasi dari gelap hingga hijau muda dengan bentuk polong pipih, sedikit melengkung dan melengkung [15].

Hasil penelitian [15] Temuan dari penelitian mengungkapkan tingginya prevalensi heterogenitas genetik di antara genotipe, baik variasi genotipik maupun fenotipik. Untuk agronomis dan sifat-sifat biokimia dengan basis genetik yang luas, ditemukan yang dapat berguna dalam seleksi genotipe pada generasi selanjutnya dari pemuliaan tanaman kedelai. Ketahanan gen memberikan dasar untuk perkiraan heritabilitas tinggi dan kemajuan genetik lebih dari persentase rata-rata sifat, dan karenanya seleksi akan lebih efektif dalam perbaikan tanaman kedelai. Karena variasi genetik yang tinggi di antara genotipe, genotipe secara substansial lebih berbeda dari beberapa genotipe. Tetapi secara agronomis lebih unggul dalam menghasilkan sifat-sifat yang menghubungkannya. Karenanya, genotipe ini bisa jadi digunakan untuk pembudidayaan secara komersial dan dalam program perbaikan genetik. Selain itu, tanaman kedelai dapat digunakan dalam persilangan tetua beragam yang cenderung menghasilkan hibrida heterotik untuk membantu produksi kedelai lebih beragam serta berdaya hasil tinggi.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dianjurkan bahwa bahan kimia mutagen kolkisin akan efektif dalam menginduksi mutasi pada kedelai berdasarkan parameter yang meliputi: tinggi bibit, panjang dan lebar daun bibit, semai diameter, persentase kelangsungan hidup bibit, persentase perkecambahan, tinggi tanaman pada umur panen, jumlah polong per tanaman, dan 100 berat biji, konsentrasi 1.0 mM terbaik sebagai acuan. Perendaman 18 jam berpengaruh nyata terhadap morfologi dan fisiologi tanaman kedelai yang menggunakan kolkisin dengan indikator berat biji kedelai yang tinggi dibandingkan kedelai yang tidak diaplikasikan kolkisin atau tanaman kontrol.

Strategi menginduksi dengan kolkisin pada tanaman kedelai dibuktikan juga serangan hama kutu putih berkurang dan tanaman kedelai lebih tahan terhadap rebah. Namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap varietas lokal kedelai dengan kolkisin untuk peningkatan dan daya hasil produksi menjadi tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan konsumsi kedelai nasional tanpa melakukan impor dari negara lain.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Crops, S. Estate, and C. Subsector, "Food Crops, Horticulture, and Smallholders Estate Crops Subsector 2022," Badan Pusat Statistika, 2022.
- [2] P. Mangena, "Germination, morphological and physiological evaluation of seedlings pretreated with colchicine in soybean (*Glycine max* L.)," *Walailak J. Sci. Technol.*, vol. 1 no. 18, pp. 1-12, 2021, doi: 10.48048/WJST.2021.9489.
- [3] S. Liu, M. Zhang, F. Feng, and Z. Tian, "Toward a 'Green Revolution' for soybean," *Mol. Plant*, vol. 13, no. 5, pp. 688-697, 2020, doi: 10.1016/j.molp.2020.03.002.
- [4] A. Aliyu, R. E. Aliyu, I. B. Danazumi, S. S. Indabo, and A. Mijinyawa, "Colchicine-induced genetic variations in M2 generations of two soybean (*Glycine max* (L.)nd ABU SPGS Biennial Conference 2018, Ahmadu Bello Merrill) varieties," in 2018 2 University, pp. 1534-1541.
- [5] P. Mangena, "Impact of polyploidy induction for salinity stress mitigation in soybean (*Glycine max* L. Merrill)," *Plants*, vol. 12, no. 6, pp. 1-13, 2023, doi: 10.3390/plants12061356.
- [6] A. Manzoor, T. Ahmad, M. A. Bashir, I. A. Hafiz, and C. Silvestri, "Studies on colchicine induced chromosome doubling for enhancement of quality traits in ornamental plants," *Plants*, vol. 8, no. 7, pp. 1-16, 2019, doi: 10.3390/plants8070194.
- [7] I. G. K. Susrama, N. M. Trigunasih, I. K. Suada, and N. N. A. Mayadewi, "Performance evaluation of induced mutagenesis using colchicine and EMS solution on cowpea M3 purple and mung bean Vima1 to increase resistance," *Caraka Tani J. Sustain. Agric.*, vol. 37, no. 2, pp. 333-343, 2022, doi: 10.20961/carakatani.v37i2.56341.
- [8] A. P. Simanjuntak, D. S. Hanafiah and L. A. M. Siregar, "Chromosome status and yield characteristics of soybean (*Glycine max* (L.) Merr) in saline soil as affected by induced mutation," *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, vol. 6, no. 2, pp. 124-129, 2021, doi: 10.22146/ipas.63621.
- [9] P. Gopinath and P. Pavadai, "Morphology and yield parameters and biochemical analysis of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) using Gamma Rays, EMS and DE treatment," *Int. Lett. Nat. Sci.*, vol. 35, pp. 50-58, 2015, doi: 10.18052/www.scipress.com/ILNS.35.50.8
- [10] F. Ramadhani, L. A. P. Putri and H. Hasyim, "Evaluasi karakteristik beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L. Merrill) hasil mutasi kolkisin M2 pada kondisi naungan," *Jurnal Online Agroekoteknologi*, vol. 1, no. 3, pp. 453-466, 2013.
- [11] A. Darotulmutmainnah, "Efek pemberian senyawa kolkisin terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*)," *Herbapharma J. Herbs Pharmacol.*, vol. 2, no. 2, pp. 77-85, 2020.
- [12] I. Nofitahesti and B. S. Daryono, "Karakter fenotip kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) hasil poliploidisasi dengan Kolkisin," *Sci. Educ.: J. Sains dan Pendidik. Sains*, vol. 5, no. 2, pp. 90-98, 2016, Available: www.syekhnrjati.ac.id/jurnal/index.php/sceducatia.
- [13] M. Wardhani and N. M. A. Wiendi, "Induksi mutasi genetik melalui pengandaan kromosom kedelai (*Glycine max* (L.) Merr) varietas Wilis dan Tanggamus dengan Kolkisin secara in vitro," in

2012 Prosiding Simposium dan Seminar Bersama PERAGI -PERHORTI-HIGI, pp. 274-280.

[14] Fathurrahman, "Effect of colchicine application on growth and yield of black soybean(*Glycine max* (L.) Merr)," *J. Din. Pertan.*, vol. 30, no. 3, pp. 185-190, 2015.

[15] N. Shilpashree, S. N. Devi, D. C. Manjunathagowda, A. Muddappa, S. A. M. Abdelmohsen, N. Tamam, H. O. Elansary, T. K. Z. El-Abedin, A. M. M. Abdelbacki, and V. Janhavi, "Morphological characterization, variability and diversity among vegetable soybean (*Glycine max* L.) genotypes," *Plants*, vol. 10, no. 4, pp. 1-11, 2021, doi: 10.3390/plants10040671.