

Keberhasilan Persilangan Intraspesies pada Ercis (*Pisum sativum* L.)

Cross Compatibility in Intraspecific Hybridization in Pea (*Pisum sativum* L.)

Oldisya dan Budi Waluyo*)

Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya

Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur

*)Email : budiwaluyo@ub.ac.id

ABSTRAK

Ercis (*Pisum sativum* L.) merupakan tanaman yang mempunyai nutrisi tinggi seperti karbohidrat sebanyak 36,1 g, protein 13,7 g, lemak 8 g, asam askorbat 54 mg, kalsium 45 mg, dan fosfor 29 mg. Tanaman ercis mempunyai kadar manfaat bagi tubuh manusia untuk menurunkan kolesterol, meremajakan kulit dan mencegah osteoporosis. Selain itu, ercis mengandung vitamin A, vitamin B1 dan vitamin C. Ercis berpotensi di Indonesia karena pada beberapa tahun terakhir mengalami peningkatan permintaan ercis, karena masyarakat sudah banyak peduli akan kesehatan dan mengetahui bahwa kandungan baik untuk tubuh. Namun ketersediaan ercis di Indonesia masih belum cukup untuk memenuhi permintaan pasar tersebut, dikarenakan masih minimnya budidaya ercis di Indonesia. Bahan yang digunakan adalah 4 genotipe ercis berbeda yaitu G1, G2, G3 dan G4. Proses analisis menggunakan statistika deskriptif yang menggunakan pola perkawinan diallel lengkap sehingga dapat melihat tingkat keberhasilan persilangan. Setelah itu dapat membandingkan jumlah persilangan yang dilakukan dengan keberhasilan terbentuknya polong dan biji. Faktor perubahan morfologi juga dibandingkan dengan tanaman yang menyerbuk sendiri. Keberhasilan persilangan memicu adanya perubahan bentuk, ukuran, warna dan bobot pada polong dan biji. Keberhasilan polong dari 12 seri persilangan tertinggi terdapat pada seri 1, 2, 4, 5, 7 dan 11 yang memiliki persentase 100%, persentase keberhasilan

biji terdapat pada seri persilangan 1, 2, 5 dan 7 yaitu 50%, 54%, 51% dan 52%. Perubahan karakter bentuk polong terdapat pada seri persilangan 5, 7 dan 10, lalu perbedaan warna terdapat pada seri persilangan 3, 4, 7, 8, 10 dan 11.

Kata Kunci: Ercis, Keberhasilan Persilangan, Diallel.

ABSTRACT

Ercis (*Pisum sativum* L.) is a plant that has high nutrients such as carbohydrates as much as 36.1 g, protein 13.7 g, fat 8 g, ascorbic acid 54 mg, calcium 45 mg, and phosphorus 29 mg. Pea have levels of benefits for the human body to lower cholesterol, rejuvenate the skin and prevent osteoporosis. In addition, peas contain vitamins A, B1 and vitamin C. Peas have potential in Indonesia because in recent years there has been an increase in demand for peas, because people care a lot about health and know that the ingredients are good for the body. However, the availability of pea in Indonesia is still not enough to meet market demand, due to the lack of pea cultivation in Indonesia. The materials used were 4 different pea genotypes namely G1, G2, G3 and G4. The analysis process uses descriptive statistics using complete diallel mating patterns so that the success rate of crosses can be seen. After that, you can compare the number of crosses that were carried out with the success of the formation of pods and seeds. Morphological change factors were also compared with self-pollinated plants. The successful crosses

triggered changes in the shape, size, color and weight of the pods and seeds. The success of the pods from the 12 series of crosses was highest in series 1, 2, 4, 5, 7 and 11 which had a percentage of 100%, the percentage of seed success was found in series 1, 2, 5 and 7, namely 50%, 54%, 51% and 52%. Changes in the character of the pod shape were found in series 5, 7 and 10, then differences in color were found in series 3, 4, 7, 8, 10 and 11.

Keywords: Ercis, Success of Crossing, Diallel.

PENDAHULUAN

Ercis (*Pisum sativum* L.) merupakan tanaman yang berasal dari Famili Legum, yang memiliki kandungan zat penting seperti karbohidrat sebanyak 36,1 g, protein 13,7 g, lemak 8 g, asam askorbat 54 mg, kalsium 45 mg, dan fosfor 29 mg (Naeem *et al.*, 2018). Ercis memiliki manfaat bagi tubuh manusia untuk menurunkan kolesterol, meremajakan kulit dan mencegah osteoporosis. Selain itu, tanaman ercis mengandung vitamin A, vitamin B1 dan vitamin C (Dahl *et al.*, 2012). Pengaruh tanaman ercis pada tanah juga termasuk manfaat yang sangat besar terhadap penambahan defisiensi nutrisi tanah. Efektivitas simbiosis rhizobia-legum berhubungan langsung dengan proses fiksasi nitrogen simbiosis yang dilakukan oleh rhizobia di dalam bintil yang berhubungan dengan pembentukan dan pertumbuhan bintil akar sebagai respons terhadap N yang ada dalam floem legum atau di dalam tanah (Flores-Félix *et al.*, 2020).

Ercis menyebar di beberapa daerah di Indonesia yaitu Jawa Barat, Jawa Timur, dan Sumatera Utara. Adapun daerah yang menjadi rumah produksi dari tanaman ini, untuk ercis segar diproduksi oleh Kabupaten Karo Sumatera Utara), sedangkan ercis yang memiliki bentuk biji diproduksi di Malang dan Pasuruan (Jawa Timur) (Saragih *et al.*, 2018). Selain di Indonesia, sebaran ercis terdapat di beberapa negara, yakni Pakistan, Kanada bagian barat dan Irak. Tanaman ini merupakan organisme model untuk penemuan hukum warisan Mendel. Hal ini menjadikan *P. sativum* L.

sebagai bagian dari dasar genetika modern (Mahmud, 2017).

Jumlah produksi ercis di Indonesia mengalami peningkatan dari tahun 2008 hingga 2012 sebanyak 7.515 ton, peningkatan tersebut bersamaan meningkatnya jumlah permintaan impor pada tahun 2015 sebanyak 9.304 ton dan pada tahun 2016 semakin meningkat menjadi 13.177 ton (FAOSTAT, 2018). Peningkatan impor berlangsung hingga 2021 sebanyak 585.121 kg yang berasal dari beberapa negara yaitu Cina, Perancis, Vietnam, Jepang, Itali dan United Kingdom (WITS, 2021). Peningkatan impor tersebut dikarenakan kebutuhan ercis di Indonesia yang semakin banyak namun tidak sebanding dengan produksinya. Peningkatan produksi ercis perlu dilakukan untuk memenuhi permintaan pasar. Peningkatan produktivitas ercis dapat dilakukan dengan program pemuliaan tanaman yaitu dengan meningkatkan dan memperbaiki sifat-sifat unggul ke dalam tanaman budidaya yang diinginkan (Kuswanto, 2012). Varietas unggul ini dapat diperoleh dari seleksi pada varietas lokal anatu dengan melakukan persilangan. Persilangan antar genotipe dapat dilakukan dengan memilih sumber genetik dari populasi lokal yang memiliki karakteristik berbeda. Populasi lokal umumnya memiliki keanekaragaman karakter antar maupun dalam populasi (Solberg *et al.*, 2015). Identifikasi morfologi bunga dapat berpengaruh pada peningkatan produksi ercis dilihat dari perbedaan penampilan yang menunjukkan adanya perbedaan fase optimum bunga tersebut dalam melakukan emaskulasi di waktu yang tepat, panjang petal pada bunga yang melebihi kaliks (kelopak bunga) menunjukkan bunga sudah siap diemaskulasi (Kuswanto, 2012).

Spesies bervariasi dalam jumlah perpotongan yang akan mereka toleransi dalam proses hibridisasi. Sebagai contoh, legum berbunga kecil termasuk spesies yang sulit untuk dihibridisasi karena perpotongan yang merusak hampir tidak mungkin dihindari sebagai konsekuensi dari ukuran dan struktur bunga. Pada legum berbunga kecil, dan pada kenyataannya sebagian besar spesies, emaskulasi biasanya lebih sulit dan memakan waktu dari

pada penyerbukan. Namun, yang terakhir juga bisa cukup sulit untuk membenarkan tindakan untuk menghindari operasi tangan (Allard, 1960).

Hal penting dalam pemuliaan tanaman melalui persilangan antar genotipe ialah harus mengetahui morfologi bunga. Genotipe-genotipe yang akan dijadikan tetua pada persilangan ini perlu dipelajari keragaman pada morfologi bunga sehingga dapat mempermudah penanganan dalam proses emaskulasi dan mempelajari bagaimana morfologi dari buah hasil persilangan maupun yang terbentuk dari hasil penyerbukan sendiri. Dalam persilangan memiliki beberapa pola perkawinan salah satunya ialah pola diallel lengkap, dimana sistem perkawinan ini dapat diterapkan untuk memilih genotipe tetua yang akan diproduksi varietas unggul baru. Berdasarkan penelitian (Parnidi *et al.*, 2021) pola perkawinan ini sangat cocok bagi pemulia tanaman untuk menentukan bahan pemuliaan, termasuk galur hibrida yang dapat menghasilkan kombinasi terbaik serta memiliki sifat heterosis.

Pentingnya melakukan persilangan atau hibridisasi tetua diharapkan dapat menghasilkan rekombinasi dengan sifat-sifat yang diinginkan sehingga pada tahap selanjutnya dapat dimurnikan dengan berbagai skema pemuliaan tanaman (Kumar dan Kumar, 2016). Identifikasi keragaman karakteristik morfologi bunga, polong, dan biji merupakan langkah awal untuk mengetahui adanya potensi ercis atas keberhasilan dari persilangan antar genotipe yang berbeda yang akan menentukan adanya keberhasilan persilangan sehingga dapat membantu program pemuliaan dalam merakit varietas unggul.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Jatimulyo, Malang. Alat yang digunakan adalah alat pertanian, timbangan analitik, label, *drawing pen*, amplop coklat, pinset, penggaris dan jangka sorong. Bahan yang digunakan adalah 4 genotipe ercis berbeda yaitu G1 (BW2505), G2 (BTG-1),

G3 (BW2102) dan G4 (TMG1-3-6) yang berasal dari seleksi galur lokal dari koleksi pribadi Dr. Budi Waluyo, S.P., M.P., pupuk, ajir, tali gawar dan form pengamatan.

Penelitian keberhasilan berdasarkan rancangan perkawinan diallel lengkap (*full diallel*) berdasarkan Fehr (1980).

Tabel 1. Rancangan Perkawinan untuk Persilangan Ercis

$\frac{\text{♀}}{\text{♂}}$	G1	G2	G3	G4
G1	G1	G1xG2	G1xG3	G1xG4
G2	G2xG1	G2	G2xG3	G2xG4
G3	G3xG1	G3xG2	G3	G3xG4
G4	G4xG1	G4xG2	G4xG3	G4

Keterangan: G1 (BW 2505), G2 (BTG-1), G3 (BW 2102), G4 (TMG 1-3-6)

Terdapat variabel pengamatan yaitu, Indikator keberhasilan persilangan yaitu:

- Persentase keberhasilan persilangan menggunakan rumus:
 - $\frac{\text{Jumlah polong yang terbentuk}}{\text{Jumlah bunga yang disilangkan}} \times 100\%$
 - $\frac{\text{Jumlah biji per polong}}{\text{Jumlah ovule per polong dalam penyerbuk silang}} \times 100\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Keberhasilan dari 12 seri persilangan dilakukan untuk mengamati hasil polong dan biji yang terbentuk dibagi dengan total bunga yang telah disilangkan dalam bentuk satuan persen (%) yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Keberhasilan polong dari 12 seri persilangan tertinggi terdapat pada seri 1,2,4,5,7 dan 11 yang memiliki persentase 100%. Persentase terendah (20%) terdapat pada seri persilangan 10 (G3 x G4). Rendahnya persentase pada hasil persilangan ke-10 disebabkan oleh perbedaan waktu pembungaan antara G3 dengan G4, dimana G3 lebih lambat 14 hari dalam pembungaan dibanding G4 yang sudah memunculkan bunga pada 17-20 HST.

Oleh karena itu, harus dilakukan sinkronisasi waktu pembungaan agar pada proses persilangan berjalan sesuai waktunya pada setiap tetua yang telah ditetapkan.

Tabel 3. Persentase Keberhasilan Persilangan

Seri Persilangan	Persilangan	
	Rata-rata Persentase Keberhasilan Polong (%)	Rata-rata Persentase Keberhasilan Biji (%)
G1 x G2	100	50
G2 x G1	100	54
G1 x G3	80	33
G3 x G1	100	33
G4 x G1	100	51
G2 x G3	70	32
G1 x G4	100	52
G4 x G2	70	19
G3 x G2	40	12
G3 x G4	20	8
G2 x G4	100	44
G4 x G3	40	12

Salah satu kegiatan sinkronisasi pembungaan ialah, menanam terlebih dahulu genotipe yang memiliki fase pembungaan lambat (G3) 14 hari lebih dulu dibanding G4, agar fase pembungaan dari kedua tetua memiliki waktu yang sama.

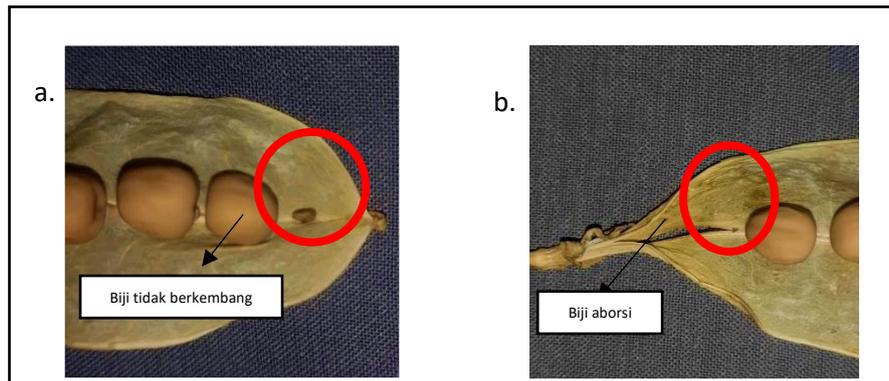
Persentase keberhasilan biji yang dapat dinyatakan $\geq 50\%$ terdapat pada seri persilangan 1 (G1 x G2), 2 (G2 x G3), 5 (G4 x G1) dan 7 (G1 x G4) yaitu 50%, 54%, 51% dan 52%. Selanjutnya, untuk kategori tidak berhasil sebagian atau $\geq 10\%$ - 50% terdapat pada seri persilangan 3 (G1 x G3) yaitu 33%, seri persilangan 4 (G3 x G1) yaitu 33%, seri persilangan 6 (G2 x G3) yaitu 32%, seri persilangan 8 (G4 x G2) yaitu 19%, seri persilangan 9 (G3 x G2) yaitu 12%, seri persilangan 11 (G2 x G4) yaitu 44% dan seri persilangan 12 (G4 x G3) yaitu 12%. Lalu, untuk kategori tidak berhasil keseluruhan atau $< 10\%$ terdapat pada seri persilangan 10 (G3 x G4) yaitu 8%.

Berkembangnya biji pada polong dipengaruhi oleh proses penyerbukan dan pembuahan, dimana pembuahan memiliki 2 (dua) proses yaitu pembelahan meiosis dan mitosis. Proses pembelahan seperti ini biasanya hanya pada tanaman yang memiliki fase berbunga (*angiospermae*). Proses ini berfungsi untuk menghasilkan anakan jantan dan betina yang berlangsung secara berurutan.

Tabel 4. Biji Tidak Berkembang Per Polong dan Biji Aborsi

Seri Persilangan	Persilangan	
	Rata-Rata Biji Tidak Berkembang Per Polong	Rata-Rata Biji Aborsi Per Polong
G1 x G2	3	1
G2 x G1	0	1
G1 x G3	1	1
G3 x G1	2	1
G4 x G1	2	1
G2 x G3	1	1
G1 x G4	2	1
G4 x G2	0	0
G3 x G2	0	0
G3 x G4	0	0
G2 x G4	0	0
G4 x G3	0	0
Total	11	7

Berdasarkan data pada Tabel 4, biji tidak berkembang dan biji aborsi dipengaruhi oleh gagal-nya proses *double fertilization*, adanya biji aborsi mengartikan bahwa terdapat kegagalan pada fase inti generatif II yaitu, kondisi tidak berkembang disebabkan karena pada saat pembelahan mitosis tidak terjadi perkembangan zigot, tetapi tumbuh menjadi inti buluh (*tube nucleus*). Sedangkan, biji tidak berkembang dipengaruhi oleh gagal-nya proses peleburan inti generatif dengan inti polar namun tidak dapat berkembang menjadi endosperm.



Gambar 1. Biji Tidak Berkembang dan Biji Aborsi Polong a). Contoh biji tidak berkembang pada ercis; b). Contoh biji aborsi pada ercis

Pernyataan berikut sesuai dengan (Mangoendidjojo, 2003) dimana, zigot berkembang menjadi embrio dipengaruhi oleh peristiwa peleburan pada inti generatif yang melebur dengan inti polar menjadi endosperm merupakan salah satu proses yang berhubungan dengan terbentuknya ovule hingga menjadi biji pada polong. Sebaliknya, jika inti generatif II terjadi peleburan inti telur (gamet betina) dan mengalami degenerasi pada tiga inti, lalu dua inti lainnya tetap berada pada posisi tengah yang dapat disebut inti kutub sehingga akan melebur menjadi satu inti endosperm yang bersifat $2n$ (diploid).

Dari data tersebut dapat dihitung dari banyaknya polong jadi hasil persilangan dibagi dengan jumlah bunga yang disilangkan lalu, dikalikan dengan 100% keberhasilan. Dapat dilihat bahwa, ada 3 tingkat keberhasilan dalam persilangan menurut Hawlader dan Mian (1997) yang menyatakan jika rasio-nya 50% atau lebih maka dapat diartikan berhasil, selanjutnya jika rasio-nya lebih dari 10% tetapi kurang dari 50% maka tidak berhasil sebagian dan rasio-nya 10% dapat diartikan tidak berhasil keseluruhan atau penuh.

Namun, tingkat keberhasilan persilangan sangat bergantung pada berapa banyak bunga yang disilangkan, karena semakin banyak bunga yang disilangkan akan memperkecil gagal-nya sebuah persilangan. Dalam persilangan seri persilangan dijumpai kegagalan atau tidak berhasilnya pembentukan polong, salah satunya ialah faktor lingkungan yang dianggap sangat berperan penting dalam

penentuan keberhasilan persilangan. Selain itu, faktor ketangkasan seorang pemulia dalam melakukan persilangan amatlah penting, baik dari segi penentuan waktu emaskulasi yang tepat (17.00-18.00 WIB), waktu optimal persilangan (06.00-10.00 WIB), sinkronisasi pembungaan, alat yang digunakan dalam persilangan dan cuaca yang mendukung keberhasilan persilangan.

Maka, dapat diartikan berhasil, selanjutnya jika rasio-nya lebih dari 10% tetapi kurang dari 50% maka tidak berhasil sebagian dan rasio-nya 10% dapat diartikan tidak berhasil keseluruhan atau penuh. Namun, tingkat keberhasilan persilangan sangat bergantung pada berapa banyak bunga yang disilangkan, karena semakin banyak bunga yang disilangkan akan memperkecil gagal-nya sebuah persilangan. Dalam persilangan seri persilangan dijumpai kegagalan atau tidak berhasilnya pembentukan polong, salah satunya ialah faktor lingkungan yang dianggap sangat berperan penting dalam penentuan keberhasilan persilangan.

Selain itu, faktor ketangkasan seorang pemulia dalam melakukan persilangan amatlah penting, baik dari segi penentuan waktu emaskulasi yang tepat (17.00-18.00 WIB), waktu optimal persilangan (06.00-10.00 WIB), sinkronisasi pembungaan, alat yang digunakan dalam persilangan dan cuaca yang mendukung keberhasilan persilangan.

KESIMPULAN

Pada keberhasilan persilangan, seri persilangan yang memiliki persentase

keberhasilan biji > 50% terdapat pada seri persilangan 2 (G2 x G1) dengan rerata persentase keberhasilan sebanyak 54% dan keberhasilan biji terendah terdapat pada seri persilangan 10 (G3 x G4) dengan rerata persentase keberhasilan hanya 8%. Sedangkan, pada keberhasilan persentase polong > 50% terdapat pada seri persilangan 1 (G1x G2), 2 (G2 x G1), 4 (G3 x G1), 5 (G4 x G1), 7 (G1 x G4) dan 11 (G2 x G4) dengan rerata persentase keberhasilan mencapai 100% dan keberhasilan polong terendah terdapat pada seri persilangan 10 (G3 x G4) dengan rerata persentase hanya 20%. Perubahan karakter bentuk polong terdapat pada seri persilangan 5, 7 dan 10, lalu perbedaan warna terdapat pada seri persilangan 3, 4, 7, 8, 10 dan 11. Perubahan pada karakter bentuk biji terdapat pada seri persilangan 9 dan 10.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada PNBP Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya tahun 2022 yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dahl, W.J., L.M. Foster, dan R.T. Tyler. 2012. Review of the health benefits of peas (*Pisum sativum* L.). Br. J. Nutr. 108(SUPPL. 1). doi: 10.1017/S0007114512000852.
- FAOSTAT. 2018. Food and agriculture organization corporate statistical database. <http://www.fao.org/faostat/>.
- Fehr. 1980. Principles of cultivar development. Vol. 1. Macmillan Publ Co, New York.
- Flores-Félix, J.D., L. Carro, E. Cerda-Castillo, A. Squartini, R. Rivas. 2020. Analysis of the interaction between *Pisum sativum* L. And rhizobium laguerreae strains nodulating this legume in Northwest Spain. Plants 9(12): 1–16. doi: 10.3390/plants9121755.
- Hawtlader, M.S.H., dan M.A.K. Mian. 1997. Self-incompatibility studies in local cultivars of radish (*Raphanus sativus* L.) grown in Bangladesh. Euphytica 96(3): 311–315. doi: 10.1023/A:1003094005226.
- Kumar, R., dan M. Kumar. 2016. Estimation of genetic divergence in garden pea (*Pisum sativum* var. hortense L.) germplasm to facilitate the selection of potential parents for hybridization programme. Legum. Res. 39(5): 709–712. doi: 10.18805/lr.v0iOF.6851.
- Mahmud, F. 2017. Genetic diversity, correlation and path analysis for yield and yield components of pea (*Pisum sativum* L.). World J. Agric. Sci. 13(1): 11–16. doi: 10.5829/idosi.wjas.2017.11.16.
- Mangoendidjojo, W. 2003. Dasar-Dasar Pemuliaan Tanaman. KANISIUS: 181. https://books.google.co.id/books?id=BoM_ENK4gqkC&p...
- Naeem, S., S. Ahmad, M. Hassan, M. Adil, M.A. Younis. 2018. Role of pollinators in pea (*Pisum sativum* L.) yield at Peshawar valley. 6(2): 1280–1282.
- Parnidi, L. Soetopo, Damanhuri, dan Marjani. 2021. Combining ability and heterosis to root-knot nematode resistance on seven genotypes of kenaf using full diallel cross analysis. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 743(1). doi: 10.1088/1755-1315/743/1/012033.
- Saragih, R., D. Saptadi, C.U. Zanetta, dan B. Waluyo. 2018. Keanekaragaman genotipe-genotipe potensial dan penentuan keragaman karakter argomorfologi ercis (*Pisum sativum* L.). J. Agro 5(2): 127–139. doi: 10.15575/3230.
- Solberg, S.Ø., A.K. Brantestam, K. Olsson, M.W. Leino, J. Weibul. 2015. Diversity in local cultivars of *Pisum sativum* collected from home gardens in Sweden. Biochem. Syst. Ecol. 62: 194–203. doi: 10.1016/j.bse.2015.09.004.
- WITS. 2021. Indonesia Vegetable preparations; peas (*Pisum sativum* L.), prepared or preserved otherwise than by vinegar or acetic acid, not frozen imports by country in 2021. World Integr. Trade Solut. <https://wits.worldbank.org/trade/comtrade/en/country/IDN/year/2021/tradefl>

ow/Imports/partner/ALL/product/2005
40.