

ANALISIS GENETIK KETAHANAN PECAH POLONG PADA KACANG HIJAU (*Vigna radiata* (L) Wilczek)

RATRI TRI HAPSARI



**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI DISERTASI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa disertasi dengan judul “Analisis Genetik Ketahanan Pecah Polong pada Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek)” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2025

Ratri Tri Hapsari
A2603202005

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

RINGKASAN

RATRI TRI HAPSARI. Analisis Genetik Ketahanan Pecah Polong pada Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Dibimbing oleh SURJONO HADI SUTJAHJO, DESTA WIRNAS, WILLY BAYUARDI SUWARNO dan YUDIWANTI WAHYU ENDRO KUSUMO.

Kacang hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) merupakan komoditas yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber protein nabati murah untuk mendukung ketahanan pangan nasional. Salah satu faktor pembatas produksi kacang hijau adalah kehilangan hasil akibat pecah polong. Upaya untuk mengurangi kehilangan hasil kacang hijau dapat dilakukan melalui perakitan varietas tahan pecah polong. Keberhasilan program pemuliaan kacang hijau bergantung pada ketersediaan variasi genetik untuk sifat-sifat yang ditargetkan dan penerapan metode seleksi yang efektif dan efisien.

Pecah polong merupakan peristiwa terbukanya polong masak yang menyebabkan biji tanaman tersebar keluar saat tanaman mencapai umur masak atau selama panen. Pecah polong telah banyak diteliti pada tanaman legume seperti pada kedelai, kacang merah, kacang panjang dan kacang adzuki. Hingga saat ini, penelitian pecah polong pada kacang hijau masih terbatas dan belum banyak yang mengkaji hubungan ketahanan pecah polong dengan karakter morfo-agronomi, pengaruh interaksi genotipe dan lingkungan ($G \times E$), dan pewarisan sifatnya, khususnya menggunakan materi genetik kacang hijau asal Indonesia.

Serangkaian penelitian dilakukan sebagai informasi dasar dalam perakitan varietas kacang hijau tahan pecah polong. Penelitian mencakup tiga percobaan. Percobaan pertama bertujuan untuk mendapatkan informasi keragaman sifat ketahanan pecah polong dan morfo-agronomi kacang hijau serta mengevaluasi genotipe melalui pendekatan seleksi multivariat dan multisifat. Percobaan dilakukan di Malang pada bulan Agustus-Desember 2022. Percobaan menggunakan 58 genotipe dalam rancangan kelompok lengkap teracak (RKL) *augmented*. Evaluasi karakter pecah polong dilakukan secara alami dan metode oven. Keragaman genetik 58 genotipe kacang hijau yang diamati cukup luas untuk karakter pecah polong dan morfo-agronomi. Koefisien kemiripan antar genotipe berkisar antara 0,39-0,96. Tiga komponen utama (KU) pertama menyumbang variasi kumulatif sebesar 68%. Lima karakter yang paling berkontribusi terhadap variabilitas genetik pada ketiga KU tersebut adalah jumlah *cluster*, jumlah polong isi, polong tidak pecah secara alami, bobot 100 biji, dan umur masak. Terpilih 12 genotipe berdasarkan 12 karakter menggunakan metode seleksi MGIDI (*Multi-Trait Genotype-Ideotype Distance Index*), yaitu G15 (MLGV 0829), G24 (T-131), G30 (MLGV 0377), G11 (MLGV 1066), G18 (MLGV1075), G40 (Walet), G36 (No. 129), G43 (Sriti), G28 (MLGV0350), G29 (MLGV 0371), G21 (P-81), dan G45 (Kenari). Genotipe-genotipe tersebut dapat dipertimbangkan sebagai tetua dalam program pemuliaan ketahanan terhadap pecah polong dengan performa agronomi yang baik.

Percobaan kedua bertujuan untuk memperoleh informasi pengaruh interaksi $G \times E$ karakter pecah polong dan potensi hasil tinggi kacang hijau serta memperoleh informasi karakter morfo-agronomi, anatomi dan biokimia terkait ketahanan kacang hijau terhadap pecah polong. Percobaan dilakukan di dua lokasi (Malang



dan Probolinggo) dan dua musim (MK 1 dan MK2) pada bulan Februari-Agustus 2023. Percobaan menggunakan 40 genotipe dalam RKLTL dengan tiga ulangan. Evaluasi karakter pecah polong dilakukan dengan metode oven. Terdapat interaksi $G \times E$ secara signifikan yang mempengaruhi karakter pecah polong dan hasil biji kacang hijau di empat lingkungan uji. Lingkungan E3 (Probolinggo-MK1) menunjukkan kemampuan yang kuat dalam membedakan polong tidak pecah antar genotipe, sedangkan lingkungan E1 (Malang-MK1) dapat membedakan potensi hasil genotipe-genotipe kacang hijau unggul berdasarkan analisis GGE biplot. Genotipe G8 (MLGV 0377), G10 (MLGV 0371), G21 (MLGV 1052), G31 (Murai), dan G36 (Vima 3) diidentifikasi sebagai genotipe potensial karena ketahanannya yang stabil terhadap pecah polong didukung oleh hasil biji tinggi dan stabil pada semua parameter stabilitas yang diuji. Korelasi positif yang signifikan antara sifat lebar polong dan polong tidak pecah menunjukkan bahwa genotipe dengan polong yang lebih besar cenderung memiliki ketahanan terhadap sifat pecah polong.

Studi terkait struktur anatomi kulit dan biokimia kacang hijau dilakukan pada genotipe tahan (No.129, Sriti, dan Vima 3) dan genotipe peka (Vimil 1, Vimil 2, dan Vima 2) pada lingkungan E3 untuk mengetahui mekanisme sifat pecahnya polong pada kacang hijau. Secara anatomi, genotipe tahan cenderung memiliki *vascular bundle* lebih lebar, dan *fiber cap cell* lebih sempit. Secara biokimia, diketahui genotipe tahan memiliki kadar lignin lebih rendah dibandingkan genotipe peka. Jika dikaitkan dengan karakter morfo-agronomi, maka diketahui bahwa sifat polong tidak pecah berkorelasi positif nyata dengan sifat tebal polong, lebar polong, panjang polong, bobot 100 biji, tinggi tanaman, umur berbunga, dan lebar *vascular bundle*. Korelasi negatif nyata diketahui terdapat antara polong tidak pecah dengan kadar lignin, lebar FCC, jumlah polong/tanaman, dan jumlah polong isi/tanaman.

Percobaan ketiga bertujuan untuk memperoleh informasi pola pewarisan sifat pecah polong kacang hijau. Populasi persilangan (No.129×Vimil 2) dan (Vima 3×Vimil 2) dianalisis menggunakan nilai tengah enam generasi (P1, P2, F1, BCP1, BCP2, dan F2). Evaluasi pecah polong dilakukan dengan metode oven. Berdasarkan percobaan ini, diketahui bahwa pewarisan model genetik polong tidak pecah diduga melibatkan aksi gen non-aditif dengan interaksi gen yang kompleks. Terdapat aksi gen epistasis atau interaksi antar lokus (non-alelik) pada pola pewarisan sebagian besar sifat yang diamati.

Implikasi dari keseluruhan penelitian yang dilakukan diantaranya adalah informasi ketahanan pecah polong yang melibatkan beragam latar belakang genetik, termasuk didalamnya varietas unggul dapat menjadi informasi praktis bagi pengguna dalam memilih varietas tahan pecah polong. Genotipe yang terseleksi menggunakan pendekatan MGIDI dan parameter stabilitas dapat dipertimbangkan sebagai tetua dalam program perakitan varietas unggul kacang hijau tahan pecah polong. Kacang hijau yang tahan pecah polong, cenderung memiliki polong tebal, polong yang lebar dan panjang, umur berbunga lebih dalam, tanaman yang tinggi, jumlah polong isi dan jumlah polong total rendah, serta *vascular bundle* yang lebar, *fiber cap cell* sempit dan kadar lignin yang lebih rendah.

Kata kunci: interaksi $G \times E$, pecah polong, pemuliaan kacang hijau, pewarisan sifat, seleksi simultan

SUMMARY

RATRI TRI HAPSARI. Genetic Analysis of Pod-shattering in Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). Supervised by SURJONO HADI SUTJAHJO, DESTA WIRNAS, WILLY BAYUARDI SUWARNO and YUDIWANTI WAHYU ENDRO KUSUMO.

Mungbean is a potential commodity that can be exploited as an inexpensive supplier of plant-based protein for promoting national food security. One of the limiting factors in mungbean production is yield loss due to pod shattering. Yield losses in mungbean can be mitigated through the development of pod shatter-resistant varieties. The success of mungbean breeding programs depends on the availability of genetic variation for targeted traits and the application of effective and efficient selection methods.

Pod shattering refers to the dehiscence of mature pods, resulting in seed dispersal either at plant maturity or during harvest. This phenomenon has been widely studied in leguminous crops such as soybean, common bean, cowpea, and adzuki bean. However, research on pod shattering in mungbean remains limited. However, limited attention has been given to understanding the relationship between pod shattering resistance and morpho-agronomic traits, the influence of genotype-by-environment ($G \times E$) interactions, and the genetic inheritance of this characteristic—particularly in the context of mungbean genotype originating from Indonesia.

A series of studies was conducted to provide basic information for the development of mungbean varieties resistant to pod shattering. The research comprised three experiments. The first experiment aimed to assess the diversity of pod shattering resistance and morpho-agronomic traits in mungbean, as well as to evaluate genotypes using multivariate and multi-trait selection approaches. This experiment was carried out in Malang from August to December 2022, involving 58 genotypes arranged in an augmented randomized complete block design (RCBD). Pod shattering was evaluated both under natural conditions and using the oven method. The 58 mungbean genotypes exhibited broad genetic variability in pod shattering resistance and morpho-agronomic characteristics. The similarity coefficient between genotypes ranges from 0.39 to 0.96. Three principal components (PCs) accounted for a cumulative variation of 68%. The five traits that contributed most to genetic variability in the first three PC were number of clusters, number of filled pods, natural pod shattering resistance, hundred seed weight, and days to maturity. Based on 12 traits, 12 genotypes were selected using the MGIDI (Multi-Trait Genotype–Ideotype Distance Index) selection method: G15 (MLGV 0829), G24 (T-131), G30 (MLGV 0377), G11 (MLGV 1066), G18 (MLGV1075), G40 (Walet), G36 (No. 129), G43 (Sriti), G28 (MLGV0350), G29 (MLGV 0371), G21 (P-81), dan G45 (Kenari). These genotypes are considered promising candidates for use as parental lines in mungbean breeding programs.

The second experiment aimed to investigate the effects of $G \times E$ interactions on pod shattering and high-yield potential in mungbean. It also aimed to characterize the morpho-agronomic, anatomical, and biochemical traits associated with resistance to pod shattering. The experiment was conducted across two locations (Malang and Probolinggo) and two growing seasons (dry season 1 and



dry season 2) from February to August 2023. A total of 40 genotypes were evaluated using an RCBD with three replications. Pod shattering traits were assessed using the oven method. A significant $G \times E$ interaction was observed, influencing both pod shattering and seed yield across the four test environments. Among them, environment E3 (Probolinggo–Dry Season 1) demonstrated strong discriminative ability for identifying genotypes with non-shattering pods, while environment E1 (Malang–Dry Season 1) was effective in differentiating genotypes based on yield potential, as revealed by GGE biplot analysis. Genotypes G8 (MLGV 0377), G10 (MLGV 0371), G21 (MLGV 1052), G31 (Murai), and G36 (Vima 3) were identified as promising candidates due to their stable resistance to pod shattering and consistently high seed yield across all tested environments and stability parameters. A significant positive correlation between pod width and pod shattering was also observed, indicating that genotypes with wider pods tend to exhibit greater resistance to pod shattering.

Studies on the anatomical structure and biochemical composition of the pod wall in mungbean were conducted on resistant genotypes (No. 129, Sriti, and Vima 3) and susceptible genotypes (Vimil 1, Vimil 2, and Vima 2) under the E3 environment to investigate the mechanism of pod shattering in mungbean. Anatomically, resistant genotypes tend to have wider vascular bundles and narrower fiber cap cells. Biochemically, resistant genotypes are known to have lower lignin content than susceptible genotypes. When examined in relation to morpho-agronomic traits, the non-shattering pod characteristic was positively correlated with pod thickness, pod width, pod length, 100-seed weight, plant height, flowering time, and vascular bundle width. Conversely, significant negative correlations were observed between pod shattering resistance and lignin content, FCC width, number of pods per plant, and number of filled pods per plant.

The third experiment aimed to investigate the inheritance pattern of pod shattering in mungbean. Two cross populations, No. 129 $\times$ Vimil 2 and Vima 3 $\times$ Vimil 2, were analyzed based on the mean values of six generations: P1, P2, F1, BCP1, BCP2, and F2. Pod shattering was assessed using the oven method. The results indicated that the inheritance of pod shattering is thought to involve non-additive gene action, involving complex genetic interactions. There is epistasis or interaction between loci (non-allelic) in the inheritance pattern of most observed traits.

The findings of this study provide valuable insights into pod shattering resistance across diverse genetic backgrounds, including high-yielding genotypes, offering practical guidance for users in selecting pod shattering-resistant varieties. Genotypes identified through the MGIDI and stability parameters can be considered as potential parental lines in breeding programs aimed at developing high-yielding, pod-shattering-resistant mungbean varieties. Resistant genotypes are generally characterized by thick, wide, and long pods; longer flowering; taller plants; a lower number of filled and total pods, as well as wide vascular bundles, narrow fiber cap cells, and lower lignin content.

Keywords: $G \times E$ interaction, inheritance, mungbean breeding, pod shattering, simultaneous selection



Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



- 

ANALISIS GENETIK KETAHANAN PECAH POLONG PADA KACANG HIJAU (*Vigna radiata* (L) Wilczek)

RATRI TRI HAPSARI

Disertasi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Doktor
pada
Program Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman

**PROGRAM STUDI PEMULIAAN DAN BIOTEKNOLOGI TANAMAN
FAKULTAS PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji Luar Komisi Pembimbing pada Ujian Tertutup Disertasi:

- 1 Dr. Siti Marwiyah, S.P., M.Si.
- 2 Dr. Ir. Edizon Jambormias, M.Si.

Promotor Luar Komisi Pembimbing pada Sidang Promosi Terbuka Disertasi:

- 1 Dr. Siti Marwiyah, S.P., M.Si.
- 2 Dr. Ir. Edizon Jambormias, M.Si.



Judul Disertasi : Analisis Genetik Ketahanan Pecah Polong pada Kacang Hijau
(*Vigna radiata* (L.) Wilczek)

Nama : Ratri Tri Hapsari
NIM : A2603202005

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Surjono Hadi Sutjahjo, S.H., M.S.

Pembimbing 2:
Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si.

Pembimbing 3:
Dr. Willy Bayuardi Suwarno, S.P., M.Si.

Pembimbing 4:
Dr. Ir. Yudiwanti Wahyu Endro Kusumo, M.S.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Yudiwanti Wahyu Endro Kusumo, M.S.
NIP. 196311071988112001

Dekan Fakultas Pertanian:
Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr.
NIP. 196902121992031003

Tanggal Ujian: 15 Agustus 2025

Tanggal Lulus:

26 AUG 2025



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Alhamdulillahirabbil'aalamiin. Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala karuniaNya sehingga disertasi ini dapat diselesaikan. Pencapaian penulis hingga tahap ini tidak terlepas dari dukungan, bimbingan, dan doa yang diberikan oleh berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih dengan penuh rasa hormat dan penghargaan kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Surjono Hadi Sutjahjo, S.H., M.S., Prof. Dr. Desta Wirnas, S.P., M.Si., Dr. Willy Bayuardi Suwarno, S.P., M.Si, dan Dr. Ir. Yudiwanti Wahyu Endro Kusumo, M.S selaku komisi pembimbing yang telah sabar dan banyak memberikan saran, arahan, dan bimbingan sejak perencanaan, pelaksanaan penelitian, publikasi dan dalam penyusunan disertasi.
2. Prof. Dr. Muhamad Syukur, SP., M.Si, dan Prof. Dr. Dewi Sukma SP., M.Si selaku penguji pada ujian kualifikasi lisan, Dr. Siti Marwiyah S.P., M.Si. selaku penguji pada ujian kualifikasi lisan, tertutup, dan terbuka serta Dr. Ir. Edizon Jambormias selaku penguji pada ujian tertutup dan terbuka yang telah banyak memberikan saran untuk perbaikan disertasi.
3. Dr. Ir. Yudiwanti Wahyu E.K, M.S selaku Ketua Progam Studi Pemuliaan dan Bioteknologi Tanaman beserta jajarannya yang telah banyak membantu proses administrasi sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
4. Prof. Dr. Ir. Suryo Wiyono, M.Sc.Agr. selaku Dekan Fakultas Pertanian beserta jajarannya yang telah banyak pula membantu proses administrasi sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
5. Kepala Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian (BRMP), yang telah memberikan izin untuk melanjutkan sekolah, pendanaan penelitian dan publikasi.
6. Kepala Pusat Perakitan dan Modernisasi Tanaman Pangan, atas dukungan dan bantuan dalam proses administrasi selama tugas belajar.
7. Kepala Balitkabi/Balai Perakitan dan Pengujian Tanaman Aneka Kacang pada masanya, Dr. Ir. Yuliantoro Baliadi M.S (atas kesempatan untuk melanjutkan studi), Dr. Ir. Titik Sundari, M.P dan Dr. Ir. Nur Aini Herawati, M.Sc (atas dukungan dan kemudahan fasilitas selama penelitian).
8. Keluarga tercinta, kedua orang tua (Ibu Sumbangsih dan Bapak Supiyono), Bapak dan Ibu Mertua (Bapak Suhartono dan almh Ibu Sri Yuniati), suami (Mas Anggraita Kusuma), anak (Haura Aina Ramadhiani Kusuma), kakak dan adik (Mba Arie Suwandani W.W, Mba Hermiati Rinta Utami, M. Fauzan Ardhi) atas segala limpahan doa, ridho, kasih sayang, dan dukungan selama penulis menyelesaikan studi.
9. Kepala Kebun Muneng (Pak Didik), Jambegede (Pak Joko) dan Kendalpayak (Mas Sagit) beserta teknisi (Pak Fajar, Bu Kholifah, Pak Samsul, Mas Khalimi, Mas Afik), mas Toni, cak Rofi'i, analis Lab Kimia Pangan (Mba Lina dan tim), analis Lab Tanah (Mba Esti dan tim), serta mahasiswa PKL (Ailia, Aura, Wardah, A'yun, Puji, Dian, Baldi, Sofi) yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian dan pengumpulan data.
10. Peneliti Balitkabi (Mba Ayda, Pak Muchlish, Pak Rudy, Bu Trustinah, Pak Taufiq, Bu Ina, Mba Dina, Mita), Pak Hadi, Pak Arum atas diskusi dan

masuk sebelum dan saat penelitian. Siwi dan tim (Amri, Mba Wiwit, Esta, Mba Ida) yang telah bersedia melanjutkan program IMIN.

11. Rekan seperjuangan petubel Balitbangtan cabang Malang Raya di IPB (Mba Rina, Tiffani, Abi), rekan S3 (Mba Dini, Mas Zul, Mba Tw, Mba Afri, Mba Rika, Mba Sylvia) dan S2 PBT 2020, serta lintas angkatan (Mas Roiyan, Mba Helvi, Mba Fitri, Mba Ariani, Mba Dayah) atas bantuan, dukungan dan kebersamaan selama studi.

12. Semua pihak yang telah membantu selama perencanaan, pelaksanaan, hingga penyelesaian disertasi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Semoga Allah SWT membalas semua kebaikan Bapak, Ibu dan rekan-rekan dengan pahala yang terbaik. Akhirnya penulis berharap, semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan.

Bogor, Agustus 2025

Ratri Tri Hapsari

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	2
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	3
1.6 Kebaruan Penelitian (<i>Novelty</i>)	4
1.7 Hipotesis	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Asal, Taksonomi, dan Fenologi Kacang Hijau	5
2.2 Pecah Polong: Pengertian, Faktor Penyebab dan Mekanisme	6
2.3 Perbaikan Genetik Ketahanan Pecah Polong	9
III KERAGAMAN GENETIK KARAKTER PECAH POLONG DAN MORFO-AGRONOMI KACANG HIJAU: PENDEKATAN MULTIVARIAT DAN INDEKS MULTIKARAKTER UNTUK SELEKSI GENOTIPE	13
3.1 Abstrak	13
3.2 Pendahuluan	13
3.3 Metode Penelitian	15
3.4 Hasil dan Pembahasan	19
3.5 Simpulan	31
IV INTERAKSI GENOTIPE X LINGKUNGAN KARAKTER PECAH POLONG DAN HASIL KACANG HIJAU	33
4.1 Abstrak	33
4.2 Pendahuluan	33
4.3 Metode Penelitian	34
4.4 Hasil dan Pembahasan	39
4.5 Simpulan	54
V STUDI PEWARISAN SIFAT PECAH POLONG DAN KOMPONEN HASIL PADA POPULASI BERSEGREGASI KACANG HIJAU	55
5.1 Abstrak	55
5.2 Pendahuluan	55
5.3 Metode Penelitian	56
5.4 Hasil dan Pembahasan	58
5.5 Simpulan	63
VI PEMBAHASAN UMUM	65
VII SIMPULAN DAN SARAN	71
7.1 Simpulan	71
7.2 Saran	71
DAFTAR PUSTAKA	73
RIWAYAT HIDUP	83



DAFTAR TABEL

1	Karakter morfo-agronomi kacang hijau yang diamati	16
2	Analisis ragam nilai tersesuaikan karakter pecah polong dan morfo-agronomi 58 genotipe kacang hijau	19
3	Nilai tersesuaikan ketahanan pecah polong 58 genotipe kacang hijau pada suhu 60 °C	20
4	Pengelompokan 58 genotipe kacang hijau berdasarkan karakter morfo-agronomi	22
5	Diferensial seleksi, heritabilitas, kemajuan genetik 58 genotipe kacang hijau berdasarkan 12 karakter menggunakan metode seleksi MGIDI	29
6	Komponen agroklimate lokasi percobaan	35
7	Materi genetik kacang hijau yang digunakan dalam penelitian	35
8	Rekapitulasi nilai kuadrat tengah karakter polong tidak pecah dan hasil kacang hijau pada dua musim dan dua lokasi	40
9	Analisis beberapa parameter stabilitas polong tidak pecah dan hasil biji kacang hijau di empat lingkungan	41
10	Nilai tengah sifat polong tidak pecah dan komponen hasil tetua persilangan kacang hijau	59
11	Hasil uji normalitas serta nilai duga heritabilitas arti luas, dan heritabilitas arti sempit pada generasi F ₂ kacang hijau	60
12	Pendugaan model genetik sifat pecah polong dan komponen hasil kacang hijau berdasarkan uji skala	61
13	Pendugaan kesesuaian model genetik sifat pecah polong dan komponen hasil kacang hijau berdasarkan uji skala gabungan	62

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	3
2	Konsep <i>genepool</i> kacang hijau (Takahashi dan Tomooka 2020)	5
3	Skema mekanisme pecah polong pada legume (Parker <i>et al.</i> 2021)	7
4	Struktur polong legume (Ogutcen <i>et al.</i> 2018)	9
5	Dendrogram 58 genotipe kacang hijau berdasarkan 20 karakter morfo-agronomi menggunakan metode Gower dan <i>average linkage</i>	21
6	Analisis komponen utama kacang hijau. (A) KU 1 dan 2, (B) KU 1 dan 3, (C) KU2 dan KU 3, dan (D) kontribusi karakter pada KU 1, 2 dan 3	24
7	Korelasi antara 16 karakter kuantitatif kacang hijau	26
8	Grafik PCA biplot antara genotipe kacang hijau dan karakter yang diamati berdasarkan (A) PC1 dan PC2, (B) PC1 dan PC3, serta (C) PC2 dan PC3	27
9	Penentuan genotipe kacang hijau terpilih menggunakan metode seleksi MGIDI. (A) Peringkat 58 genotipe dengan proporsi seleksi 20%, (B) kekuatan dan kelemahan genotipe terpilih (B), FA1: bobot biji per tanaman, jumlah polong isi/tanaman, jumlah cluster, umur masak, dan tinggi tanaman; FA2: bobot 100 biji, lebar polong, tebal polong dan	

	panjang polong; FA3: polong tidak pecah pada suhu 60 °C, dan secara alami, dan FA4: tebal kulit polong	30
10	Hubungan Y_i kacang hijau dan parameter stabilitas Francis-Kannenberg (CV_i)	42
11	Hubungan Y_i kacang hijau dan koefisien regresi linear (bi)	43
12	GGE biplot untuk karakter polong tidak pecah kacang hijau. (A) <i>discriminativeness and representativeness</i> , (B) <i>mean versus stability</i> , (C) <i>which-won-where</i> , dan (D) <i>ranking genotypes</i>	44
13	GGE biplot untuk karakter hasil biji kacang hijau. (A) <i>discriminativeness and representativeness</i> , (B) <i>mean versus stability</i> , (C) <i>which-won-where</i> , dan (D) <i>ranking genotypes</i>	46
14	<i>Scatter plot</i> hubungan polong tidak pecah dan hasil biji kacang hijau	47
15	Korelasi antara polong tidak pecah dengan sifat kualitatif kacang hijau	48
16	Korelasi antara polong tidak pecah dengan sifat kuantitatif kacang hijau	49
17	Tinggi <i>vascular bundle</i> (A), lebar <i>vascular bundle</i> (B), tebal <i>vascular bundle</i> (C), area <i>vascular bundle</i> (D), lebar <i>fiber cap cell</i> (E), <i>bundle cap slope</i> (F) genotipe kacang hijau yang tahan dan peka pecah polong	51
18	Kadar hemiselulosa (A), selulosa (B) dan lignin (C) pada genotipe kacang hijau yang tahan dan peka pecah polong	52
19	Korelasi antara karakter morfo-agronomis, anatomi, dan kadar lignoselulosa kulit polong kacang hijau pada tiga genotipe tahan dan peka di lingkungan E3 (Probolinggo-MK1)	53