

**PENDUGAAN KOMPONEN RAGAM DAN AKSI GEN KARAKTER AGRONOMI  
POPULASI F1 KAPAS***Estimation of Components Variety and Gene Action Agronomic Characters F1 Population of Cotton***Mayasari Yamin<sup>1\*</sup>, Sri Nur Qadri<sup>2</sup>**<sup>1,2)</sup> *Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Peternakan, dan Perikanan Universitas Muhammadiyah Parepare*<sup>1\*)</sup> *mayasariyamin@gmail.com***ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui keragaman genetik F1 kapas (*Gossypium hirsutum*), (2) menduga karakter seleksi langsung dan tidak langsung, dan (3) memperoleh informasi mengenai aksi gen yang mengendalikan karakter agronomi F1 kapas. Penelitian ini dilaksanakan di KP Sumberejo mulai Januari-Desember 2021. Bahan yang digunakan yaitu 38 generasi F1 dan Varietas Kanesia 10 (varietas pembanding). Sebanyak 38 hibrida F1 dan varietas pembanding disusun dalam RAK dan diulang sebanyak dua kali. Ukuran plot 5 x 6 m (30 m<sup>2</sup>), jarak tanam 100 cm x 30 cm dan menggunakan sistem tugal. Masing-masing lubang tanam terdapat satu tanaman (total luas netto 2340 m<sup>2</sup>). Karakter yang diamati dan diukur yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah cabang per tanaman, jumlah buah per tanaman (buah), bobot 100 buah (g), dan populasi tanaman per plot (tanaman), produksi tanaman/ha (kg), dan skor kerusakan daun akibat serangan *Amrasca biguttula*. Hasil penelitian menunjukkan semua karakter sangat berbeda sangat nyata pada taraf  $\alpha$  1% kecuali pada karakter tinggi tanaman. Karakter jumlah cabang vegetatif, bobot 100 buah dan produksi/ha menunjukkan nilai heritabilitas yang tinggi dan KKG yang luas yaitu 60.32 dan 24.28, 94.15 dan 15.23 serta 89.26 dan 22.63. Karakter bobot 100 buah dan produksi/ha dikendalikan oleh banyak gen. Karakter bobot 100 buah diduga dapat digunakan sebagai karakter seleksi tidak langsung. Sedangkan, karakter produksi/ha diduga dapat digunakan sebagai karakter seleksi langsung populasi F1 kapas yang berproduksi dan mutu serat tinggi.

***Kata kunci: aksi gen, kapas, keragaman genetik, seleksi langsung, seleksi tidak langsung*****ABSTRACT**

*This study aims to (1) determine the genetic diversity of F1 cotton (Gossypium hirsutum), (2) estimate the direct and indirect selection characters, and (3) obtain information on the action of genes controlling F1 cotton agronomic characters. This research was conducted at KP Sumberejo from January to December 2021. The materials used were 38 F1 generations and Kanesia 10 (comparison variety). A total of 38 F1 hybrids and comparison varieties were arranged in RAK and repeated twice. The plot size was 5 x 6 m (30 m<sup>2</sup>), the spacing was 100 cm x 30 cm and the tugal system was used. Each planting hole contained one plant (total net area of 2340 m<sup>2</sup>). The characters observed and measured were plant height (cm), number of branches per plant, number of fruits per plant (fruit), 100 fruit weight (g), and plant population per plot (plant), plant production/ha (kg), and leaf damage score due to Amrasca biguttula attack. The results showed that all characters were significantly different at 1%  $\alpha$  level except for the character of plant height. The characters of the number of vegetative branches, weight of 100 fruits and production/ha showed high heritability values and a wide GFC of 60.32 and 24.28, 94.15 and 15.23 and 89.26 and 22.63. The characters of 100 fruit weight and production/ha are controlled by many genes. The 100 fruit weight character is thought to be used as an indirect selection character. Meanwhile, the character of production/ha is thought to be used as a direct selection character.*

***Keyword: cotton, direct selection, gene action, genetic variance, indirect selection*****PENDAHULUAN**

Kapas merupakan tanaman serat yang diperoleh dari beberapa tanaman berkayu dari jenis *Gossypium*. Serat halus yang menyelubungi biji tanaman ini yang selanjutnya menjadi bahan penting dalam

industri tekstil diolah menjadi benang.

Komoditi ini dapat tumbuh di daerah tropis sampai sub tropis. Saat ini, pasar kapas dikuasai oleh India yang merupakan produsen terbesar produksi kapas dunia, diikuti oleh Amerika Serikat, China, Brazil, dan Pakistan.

Pengembangan kapas di Indonesia diperhadapkan beberapa permasalahan yaitu (1) terbatasnya varietas baru nasional yang memiliki produktivitas dan mutu surat tinggi, (2) rendahnya keinginan petani untuk membudidayakan kapas, (3) lemahnya daya saing kapas dibandingkan dengan komoditas lainnya, (4) kelemahan kelembagaan pendukung program pengembangan kapas. Produksi kapas di Indonesia tahun 2017 – 2018 meningkat sebesar 21 kg/ha, namun mulai tahun 2018 – 2021 diestimasi produksinya mengalami penurunan menjadi 191 kg/ha. Sedangkan, untuk produktivitasnya terjadi penurunan dari 2017 – 2019 sebesar 47 kg/ha. Namun, pada tahun 2019 – 2020 terjadi peningkatan sebesar 57 kh/ha dan di tahun 2020 – 2021 diestimasi terjadi penurunan kembali sebesar 47 kg/ha (Kementan RI, 2021).

Upaya pengembangan kapas dalam menghadapi permasalahan produksi dan produktivitas kapas di Indonesia salah satunya dapat melalui perakitan varietas unggul baru melalui pemuliaan tanaman. pemuliaan tanaman merupakan salah satu metode yang efektif untuk mengembangkan varietas hibrida unggul yang terbentuk dari persilangan antar tetua inbrida yang menghasilkan keturunan F1 dengan sifat yang lebih unggul dibandingkan dengan

kedua tetuanya. Perakitan varietas unggul baru dapat diperoleh melalui tahap awal yaitu seleksi karakter amatan yang dapat digunakan nantinya sebagai karakter seleksi genotipe potensial. Seleksi merupakan proses untuk memperbaiki karakter agronomi. Kegiatan seleksi sangat ditentukan oleh parameter genetik berupa keragaman genetik yang luas dan heritabilitas yang tinggi (Hidayat and Adiredjo, 2020).

Seleksi karakter dapat diperoleh melalui nilai kuadran tengah, ragam genetik, ragam heritabilitas, pendugaan aksi gen, nilai diferensial seleksi. Keberhasilan program pemuliaan tanaman selain ditentukan oleh keragaman genetik, heritabilitas juga menentukan efektivitas suatu seleksi (Widarsiono, *et al.*, 2022). Heritabilitas merupakan penduga yang penting dari derajat respons suatu populasi terhadap seleksi alami maupun seleksi buatan. Pendugaan heritabilitas sangat berguna untuk melihat nilai relatif dari seleksi yang dilakukan berdasarkan ekspresi fenotipik dari karakter-karakter yang berbeda. Tingginya heritabilitas dan ragam genetik disebabkan oleh bervariasi kergaman genotipe yang digunakan. Sehingga, diperlukan pula pendugaan aksi gen untuk menduga jumlah dan aksi gen yang terlibat dari masing-masing karakter agronomi. Gen-gen yang

mengendalikan karakter kuantitatif saling berinteraksi sehingga secara genetik memiliki pengaruh lebih besar dibandingkan dengan pengaruh lingkungan (Sobir and Muhammad, 2015). Jumlah dan aksi gen yang mengendalikan suatu karakter agronomi dapat diketahui melalui perhitungan statistik dengan memanfaatkan nilai skewness dan kurtosis.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Tempat dan Waktu**

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Sumberejo mulai Januari-Desember 2021.

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan yaitu 38 generasi F1 dan Varietas Kanesia 10 (varietas pembanding yang merupakan varietas nasional), pupuk, insektisida, peralatan lapang untuk komponen pertumbuhan dan produksi.

### **Rancangan Penelitian**

Sebanyak 38 hibrida F1 dan varietas pembanding disusun dalam rancangan acak kelompok dan diulang sebanyak dua kali. Ukuran plot 5 x 6 m (30 m<sup>2</sup>), jarak tanam 100 cm x 30 cm dan menggunakan sistem tugal. Masing-masing lubang tanam terdapat satu tanaman (total luas netto 2340 m<sup>2</sup>). Pupuk yang diberikan adalah 300 kg Ponska (15 N : 15 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : 15 K<sub>2</sub>O) ditambah 100 kg Urea/ha.

Tanaman dipelihara sesuai prosedur standar pemeliharaan tanaman. Panen kapas dilakukan sebanyak dua kali, setelah itu dilakukan prosesing sampai menjadi benih delinted. Data hasil pengamatan yang diperoleh merupakan data primer.

### **Parameter Pengamatan**

Karakter yang diamati dan diukur yaitu tinggi tanaman (cm), jumlah cabang vegetatif, jumlah cabang generatif, jumlah buah per tanaman (buah), bobot 100 buah (g), dan populasi tanaman per plot (tanaman), produksi tanaman/ha (kg), dan skor kerusakan daun akibat serangan *Amrasca biguttula*. Penilaian ketahanan galur-galur yang diuji terhadap hama *Amrasca biguttula* dilakukan dengan menilai skor kerusakan daun akibat serangan hama tersebut pada umur 60 dan 90 hari, yang megacu pada metode BHAMBURKAR (1984) dengan kisaran skor 0-4 yaitu  $\leq 0.4$  = tidak ada gejala serangan (tahan), skor 0.5-1.4 = pinggir daun menguning dan sedikit keriting (rusak ringan), skor 1.5-2.4 = daun menguning dan keriting (rusak sedang), skor 2.5-4.0 = daun berwarna merah coklat kemudian gugur (rusak berat).

### **Analisis Data**

Data pengamatan merupakan data primer yang diperoleh langsung saat pengamatan dilakukan. Data hasil pengamatan dianalisis menggunakan

program SAS dengan analisis sidik ragam F hitung dan tingkat kepercayaan 5%. Analisis aksi gen menggunakan aplikasi Minitab 15.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Perbedaan Nilai Kuadrat Tengah Karakter Agronomi

Pegamatan diawali dengan mengamati dan mengukur karakter vegetatif yang terdiri atas tinggi tanaman, jumlah cabang vegetatif dan generatif, serta skor kerusakan daun oleh *A. biguttula* (90 hst). Pertumbuhan vegetatif merupakan penambahan volume, jumlah, bentuk dan ukuran organ-organ seperti daun, batang, dan akar yang dimulai dari terbentuknya daun pada proses perkecambahan hingga awal hingga terbentuknya organ generatif. Perbedaan nilai kuadrat tengah beberapa karakter agronomi populasi generasi F1 kapas dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil sidik ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman

tidak berpengaruh nyata dengan nilai rerata 100.49. Sedangkan karakter jumlah cabang vegetatif, jumlah cabang generatif, bobot 100 buah, jumlah buah per tanaman, populasi tanaman per plot, skor kerusakan daun oleh *A. biguttula*, dan produksi kapas sangat berpengaruh nyata dengan nilai tengah masing-masing 3.00, 10.89, 507.24, 1.77, 75.08, 1.76, dan 1694.99. Adanya perbedaan masing-masing karakter amatan disebabkan karena adanya perbedaan ekspresi gen dan ekspresivitasnya serta pengaruh lingkungan. Yamin, *et al.*, (2018) menyatakan bahwa perbedaan fenotipe yang dihasilkan oleh masing-masing karakter amatan disebabkan oleh adanya perbedaan genetik, lingkungan, dan interaksi genetik dan lingkungan.

Nilai koefisien keragaman (KK) yang berada dibawah 25% yaitu semua karakter amatan kecuali pada karakter jumlah cabang vegetatif (34.11%) yang memiliki nilai KK diatas dari 25%. Farhah, *et al.*, (2022) dan

**Tabel 1.** Rekapitulasi sidik ragam beberapa karakter agronomi populasi generasi F1 kapas di Sumberejo

Karakter Pengamatan	Kuadrat tengah genotipe	Mean	KK (%)
Tinggi tanaman	177.53 <sup>tn</sup>	100.49	12.53
Jumlah cabang vegetatif	2.11 <sup>**</sup>	3.00	34.11
jumlah cabang generatif	1.63 <sup>**</sup>	10.89	8.19
Bobot 100 buah	13050.86 <sup>**</sup>	507.24	6.58
Jumlah buah per tanaman	76.09 <sup>**</sup>	1.77	21.19
Populasi tanaman per plot	564.91 <sup>**</sup>	75.08	4.48
Skor kerusakan daun oleh <i>A biguttula</i>	2.45 <sup>**</sup>	1.76	6.34
Produksi kapas/ha	961915.19 <sup>**</sup>	1694.99	22.63

Keterangan : tn = tidak nyata pada taraf  $\alpha$  5%; \*\* = nyata pada taraf  $\alpha$  1%; dan KK = koefisien keragaman (%)

Daryanto, *et al.*, (2021) menyatakan bahwa karakter yang memiliki nilai KK kurang dari 25% dikategorikan rendah. Semakin rendah KK maka kehomogenan ragam terpebuhi.

### Pendugaan Komponen Ragam dan Heritabilitas

Pengaruh faktor genetik dan lingkungan dapat digunakan untuk menduga nilai komponen ragam berdasarkan karakter amatan. Tersedianya keragaman genetik yang luas merupakan kunci keberhasilan perbaikan untuk daya hasil populasi generasi F1 kapas, seperti yang disajikan pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa karakter tinggi tanaman, bobot 100 buah, dan produksi kapas memiliki ragam lingkungan yang tinggi. Karakter bobot 100 buah dan produksi kapas memiliki ragam genetik yang tinggi. Hal ini berarti bahwa tekanan seleksi dapat dilakukan pada karakter-karakter yang menghasilkan keragaman genetik tinggi dan kedua karakter

tersebut dapat pula digunakan sebagai karakter seleksi dan kriteria seleksi (Yamin, *et al.*, 2015).

Nilai ragam genetik dan ragam fenotipe dapat digunakan untuk mengestimasi nilai heritabilitas. Kisaran nilai heritabilitas karakter yang dimatai antara 15.16 – 99.66. seluruh karakter agronomi memiliki nilai heritabilitas tinggi kecuali pada karakter tinggi tanaman yang memiliki nilai heritabilitas rendah. Nilai heritabilitas arti luas yang tinggi menunjukkan mudahnya suatu karakter diwariskan pada generasi selanjutnya karena adanya pengaruh faktor genetik yang tinggi dibandingkan dengan faktor lingkungan (Maryono, *et al.*, 2019).

Futri, *et al.*, (2022) menyatakan bahwa semakin rendahnya nilai heritabilitas arti luas diduga dikarenakan lingkungan lebih dominan mempengaruhi fenotipe dibandingkan dengan faktor genetik. Nilai

**Tabel 2.** Ragam genetik, heritabilitas hbs dan koefesien keragam genetik (KKG) karakter agronomi pada populasi generasi F1 kapas di Sumberejo

Karakter Pengamatan	Ragam						$\sigma^2(\sigma^2G)$
	$\sigma^2e$	$\sigma^2g$	$\sigma^2p$	$h^2bs$			
				Nilai	Kriteria	KKG	
Tinggi tanaman	158.63	9.45	62.33	15.16	Rendah	3.06 <sup>L</sup>	3.07
Jumlah cabang vegetatif	1.05	0.53	0.88	60.32	Tinggi	24.28 <sup>L</sup>	0.73
jumlah cabang generatif	0.80	0.41	0.68	60.90	Tinggi	5.91 <sup>S</sup>	0.64
Bobot 100 buah	1112.53	5969.17	6340.01	94.15	Tinggi	15.23 <sup>L</sup>	77.26
Jumlah buah per tanaman	5.59	35.25	37.12	94.98	Tinggi	337.01 <sup>S</sup>	5.94
Populasi tanaman per plot	11.34	276.79	280.56	98.65	Tinggi	22.16 <sup>S</sup>	16.64
Skor kerusakan daun oleh <i>A biguttula</i>	0.01	1.22	1.22	99.66	Tinggi	62.66 <sup>S</sup>	1.10
Produksi kapas	147124.93	407395.13	456436.77	89.26	Tinggi	22.63 <sup>L</sup>	638.28

Keterangan : S = sempit apabila  $\sigma^2g < 2(\sigma^2G)$  ; L = luas apabila  $\sigma^2g > 2(\sigma^2G)$

duga heritabilitas yang tinggi yang dikombinasikan dengan nilai keragaman genotipe yang luas maka mampu mempercepat tahap seleksi terhadap karakter komponen hasil. Farhah, *et al.*, (2022) menyatakan bahwa tingkat efektivitas perbaikan sifat untuk tahapan seleksi tanaman dipengaruhi oleh keragaman genetik.

Koefisien keragaman genetik (KKG) merupakan suatu nisbah antar nilai standar deviasi dari ragam genetik dengan nilai rata-rata suatu karakter yang menggambarkan seberapa luas suatu karakter memiliki keragaman genetik. Karakter tinggi tanaman, jumlah cabang vegetatif, bobot 100 buah, dan produksi kapas memiliki nilai KKG yang luas. Wicaksono dan Budi (2020) menyatakan bahwa nilai KKG yang tinggi pada karakter kuantitatif disebabkan oleh banyaknya gen pengendali yang berperan dan adanya perbedaan sumber genetik dari tiap genotipe yang digunakan.

#### **Pendugaan Aksi Gen Karakter-karakter Agronomi**

Perolehan informasi mengenai perbedaan keragaan populasi dan aksi gen untuk karakter agronomi sangat berguna terutama sebagai dasar dalam upaya peningkatan frekuensi-frekuensi gen untuk karakter yang dikehendaki melalui kegiatan seleksi yaitu seleksi yang terarah baik kearah negatif (seleksi negatif), positif (seleksi positif)

maupun kedua arah secara bersamaan. Karakteristik kurva kontinyu dapat dijelaskan salah satunya yaitu melalui nilai skewness dan kurtosis. Kedua nilai tersebut dapat digunakan untuk menduga jumlah gen dan aksi gen yang mengendalikan karakter tersebut pada populasi bersegregasi. Pendugaan kendali genetik untuk karakter agronomi populasi F1 kapas disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan nilai skewness (Tabel 3) menunjukkan bahwa terdapat lima karakter agronomi yang dikendalikan oleh aksi gen aditif + epistasis duplikat dan tiga karakter lainnya dikendalikan oleh aksi gen aditif + epistasis komplementer. Hal ini berarti bahwa adanya pengaruh lingkungan, interaksi genotipe dan lingkungan, pautan gen dan epistasis (Jayaramachandran, *et al.*, 2016). Hal ini sesuai dengan pendapat Insan and Wirnas (2016) yang melaporkan bahwa gen-gen aditif menyebabkan munculkan kemiripan turunan dengan tetaunya dan alel-alel tetua akan diwariskan dari tetua kepada turunannya.

Sulistyowati, *et al.*, (2015) adanya epistasis menunjukkan bahwa untuk mendapatkan segregan harapan dibutuhkan penanaman segregan lebih banyak karena adanya epistasis yang menyebabkan proses fiksasi alel-alel untuk peningkatan homozigositas akan lebih lambat tercapai. Karakter skor kerusakan daun oleh *A. Biguttula*, bobot 100 buah, dan produksi

**Tabel 3.** Nilai *skewness*, aksi gen, nilai kurtosis, dan bentuk grafik sebaran galur-galur kapas populasi F1 di Sumberejo

Karakter	Skewness	Aksi Gen	Kurtosis	Keterangan
Tinggi Tanaman	-0.1132	Aditif + epistasis duplikat	0.1801	Dikendalikan sedikit gen
Jumlah Cabang Vegetatif	-0.334	Aditif + epistasis duplikat	0.4516	Dikendalikan sedikit gen
Jumlah Cabang Generatif	0.3268	Aditif + epistasis komplementer	0.2194	Dikendalikan sedikit gen
Skor Kerusakan Daun oleh <i>A. Biguttula</i> (90 HST)	0.6853	Aditif + epistasis komplementer	-1.3384	Dikendalikan banyak gen
Bobot 100 Buah	-0.4128	Aditif + epistasis duplikat	-1.3188	Dikendalikan banyak gen
Jumlah Buah/tanaman	1.1048	Aditif + epistasis komplementer	-1.4711	Dikendalikan sedikit gen
Jumlah Populasi/Plot	-0.8928	Aditif + epistasis duplikat	0.8714	Dikendalikan sedikit gen
Produksi kapas (kg/ha)	-0.4673	Aditif + epistasis duplikat	-1.3052	Dikendalikan banyak gen

kapas menunjukkan jumlah gen yang mengendalikan banyak. Jumlah gen yang mengendalikan akan mempengaruhi tingkat kesulitan program pemuliaan. Maryono, *et al.*, (2019) berdasarkan nilai kurtosis dan hasil uji z yang diperoleh dapat diduga bahwa karakter diameter batang, tinggi tanaman, jumlah daun, dan panjang malai pada populasi B69 × Numbu dan B69 × Kawali dikendalikan oleh banyak gen.

### KESIMPULAN

Karakter jumlah cabang vegetatif, jumlah cabang generatif, bobot 100 buah, jumlah buah per tanaman, populasi tanaman per plot, skor kerusakan daun oleh *A. biguttula*, dan produksi kapas sangat berpengaruh nyata. Karakter tinggi tanaman, jumlah cabang generatif, bobot 100 buah, jumlah buah per tanaman, populasi tanaman per plot, skor kerusakan daun oleh *A. biguttula*, dan produksi kapas/ha memiliki nilai KK dibawah 25%.

Karakter jumlah cabang vegetatif, bobot 100 buah dan produksi/ha menunjukkan nilai heritabilitas yang tinggi dan KKG yang luas yaitu 60.32 dan 24.28, 94.15 dan 15,23 serta 89.26 dan 22.63. Karakter bobot 100 buah dan produksi/ha dikendalikan oleh banyak gen. Karakter bobot 100 buah diduga dapat digunakan sebagai karakter seleksi tidak langsung. Sedangkan, karakter produksi/ha diduga dapat digunakan sebagai karakter seleksi langsung populasi F1 kapas yang berproduksi dan mutu serat tinggi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis tujukan kepada Ir. Siwi Sumartini, Prof. Ir. Nurindah, Ph.D, dan Taufiq Hidayat RS, S.P., M.Si atas arahan dan bimbingannya dalam pelaksanaan penelitian. Selain itu, penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Kepala Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat atas dukungan sarana dan prasarana selama pelaksanaan penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA

- Daryanto A, MRA Istiqlal, U Kalsum, R Kurniasih. (2021). Penampilan karakter hortikultura beberapa varietas tomat hibrida di rumah kaca dataran rendah. *Indonesian Journal of Agronomy*. 48 (2): 157–164.
- Farhah N, A Daryanto, MRA Istiqlal, EM Pribadi, S Widiyanto. (2022). Estimasi nilai ragam genetik dan heritabilitas tomat tipe determinate pada dua lingkungan tanam di dataran rendah. *Jurnal Agro*. 9 (1): 80–94. <https://doi.org/10.15575/16276>.
- Febriani FNS, R Lestari, S Widiyanto, A Daryanto. (2022). Penampilan agronomi populasi F3 tomat pada budidaya hidroponik di rumah kaca dataran rendah. *Jurnal Ilmu Dasar*. 23 (1): 55–64.
- Hidayat R, and AL Adiredjo. (2020). Keragaman genetik dan heritabilitas beberapa karakter kuantitatif pada populasi tanaman padi (*Oryza sativa* L.) generasi F2. *Jurnal Produksi Tanaman*. 8 (1): 99–105.
- Insan, R R, D Wirnas, Trikoesoemaningtyas. (2016). Estimation of genetic parameters and selection of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) RILS F5 derived from single seed descent. *International Journal of Agronomy and Agricultural Research*. 8 (2): 95–103.
- Jayaramachandran, M, N Kumaravadivel, S Eapen, G Kandasamy. (2016). Gene action for yield attributing characters in segregating generation (M2) of sorghum (*Sorghum bicolor* L.). *Electronic Journal of Plant Breeding*. 1 (4): 802-805.
- Maryono MY, Trikoesoemaningtyas, D Wirnas, S Human. (2019). Analisis genetik dan seleksi segregan transgresif pada populasi f2 sorgum hasil persilangan B69 × Numbu dan B69 × Kawali. *Indonesian Journal of Agronomy*. 47 (2): 163–170.
- Kementerian Pertanian. (2021). *Data Lima Tahun Terakhir Produksi dan Produktivitas Kapas*. Jakarta. <https://www.pertanian.go.id/home/?show=page&act=view&id=61>.
- Sobir and S Muhammad. (2015). *Genetika Tanaman*. IPB Press. Indonesia.
- Sulistiyowati, Y, Trikoesoemaningtyas, D Sopandie, S W Ardie, S Nugroho. (2015). Estimation of genetic parameters and gene actions of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) tolerance to low p condition. *Int. J. Agron. Agri. Res*. 7 (3): 38–46.
- Widarsiono, BM, L Anggraeni, Damanhuri. Keragaman genetik dan heritabilitas karakter agronomi dan kimiawi pada 20 genotipe tomat lokal (*Solanum lycopersicum* L.). *Plantropica: Journal of Agricultural Science*. 7 (2): 71–81.
- Yamin, M, D Efendi, and Trikoesoemaningtyas. (2015). Pendugaan parameter genetik populasi F3 dan F4 tanaman gandum persilangan Oasis x HP 1744. *Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 34 (3): 237–245.
- Yamin, M, S Hama, and T Hidayat RS. (2018). Agronomic characters of wheat (*Triticum aestivum* L.) grown using two cropping systems in medium land of Palopo City. *Agrotech Journal*. 3 (1): 1–7.