

**Dosis Pemupukan N, P, dan K untuk Produksi Polong Muda Kecipir
(*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.)**

***N, P and K Fertilizer Rate for Young Pod Production of Winged Bean
(*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.)***

Reza Fathianto Irsyad¹, Maya Melati^{2*}, Juang Gema Kartika²

¹Program Studi Agronomi dan Hortikultura Departemen Agronomi dan Hortikultura,
Institut Pertanian Bogor (IPB University)

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, (IPB University)
Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Indonesia

*Penulis Korespondensi: maya_melati@apps.ipb.ac.id

Disetujui: 15 Maret 2024 / Published Online Mei 2024

ABSTRACT

The winged bean is a leguminosae plant that all parts of the plant can be utilized. One way to maximize the growth and productivity of winged beans is by adding fertilizer, particularly a fertilizer that contains the macronutrients like N, P, K fertilizer. This research was conducted to obtain the optimum dosage of N, P, and K fertilizers for winged bean young pods production. This experiment was conducted from September 2022 to March 2023 at IPB Experimental Field in Cikarawang, Bogor, Indonesia. A complete randomized block design (RCBD) was used in this research with a single factor namely N, P, and K fertilizer dosages 0, 50, 100, and 150% of the reference dose. The 100% dosage was 116.43 N, 126.43 P₂O₅, and 141.43 K₂O in kg ha⁻¹ (refer to several studies). The results showed that the increase of N, P, and K fertilizer dose increased the leaf area of winged bean plants as well as the yield component that consisted of pod numbers per plant, pod number per plot, pod weight per plant, pod weight per plot, and yield of young pods. The highest pods produced in this experiment was 8.6 pods per plant resulting in 4.99 ton ha⁻¹, obtained from 150% reference dose treatment. The optimum dose of N, P, and K fertilizer cannot be determined yet in this research because the relationship between fertilizer rates and yield is linear.

Keywords: bean, Fairuz IPB, leaf nutrient, Leguminosae

ABSTRAK

Kecipir merupakan tanaman legum yang seluruh bagian tanamannya dapat dimanfaatkan. Salah satu cara untuk memaksimalkan pertumbuhan dan produktivitas kecipir yaitu dengan pemberian pupuk, terutama pupuk yang mengandung hara makro tanaman seperti N, P, dan K. Percobaan ini dilakukan untuk mendapatkan dosis pemupukan N, P, dan K yang optimum untuk produksi polong muda kecipir varietas Fairuz IPB. Percobaan ini dilakukan pada September 2022 hingga Maret 2023 di Kebun Percobaan IPB Cikarawang, Bogor, Indonesia. Percobaan ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLK) dengan satu faktor, yaitu dosis pupuk N, P, dan K dengan dosis berkisar antara 0% hingga 150% dari dosis acuan. Dosis rekomendasi yang digunakan adalah 116.43 N, 126.43 P₂O₅, dan 141.43 K₂O (dalam kg ha⁻¹) (mengacu dari beberapa studi). Hasil penelitian menunjukkan peningkatan dosis pupuk N, P, K meningkatkan luas daun tanaman kecipir dan komponen hasil yang meliputi jumlah polong per tanaman, jumlah polong per plot, produktivitas polong per tanaman, dan produktivitas polong muda kecipir. Jumlah polong muda tertinggi sebesar 8.6 polong per tanaman dengan produktivitas 4.99 ton ha⁻¹ diperoleh dengan dosis 150% dari dosis rekomendasi. Dosis N, P, K optimum untuk produksi polong muda kecipir belum dapat ditentukan karena hubungan antara dosis pupuk dan produktivitas berbentuk linier.

Kata kunci: Fairuz IPB, hara daun, legum, polong

PENDAHULUAN

Sejak abad ke-20, variasi spesies tanaman dalam makanan yang kita konsumsi semakin rendah. Saat ini, lebih dari setengah porsi makanan kita hanya didominasi tiga tanaman sereal. Rendahnya variasi tanaman tersebut menyebabkan produksi makanan menjadi lebih mudah terancam oleh cekaman (seperti kekeringan, hama, dan penyakit) yang dapat mengacaukan produksi dan ketersediaan makanan (FAO, 2010; FAO, 2011; Edreira *et al.*, 2011; Siebert *et al.*, 2017; Zampieri *et al.*, 2017). Oleh sebab itu, spesies-spesies tanaman yang sebelumnya kurang dimanfaatkan mulai mendapatkan perhatian dalam beberapa tahun terakhir ini sebab memiliki potensi untuk melestarikan dan meningkatkan *agrobiodiversity*, memperbaiki gizi masyarakat, dan mengurangi dampak dari cekaman biotik dan abiotik (FAO, 2010; Mayes *et al.*, 2012; Padulosi *et al.*, 2013; Chivenge *et al.*, 2015). Survei yang dilakukan oleh NAS (1975) menyebutkan kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L. DC.) merupakan salah satu tanaman yang mendapatkan perhatian khusus karena dinilai memiliki banyak manfaat.

Tanaman kecipir merupakan tanaman legum yang sebagian besar dibudidayakan di iklim yang panas dan lembap. Biji, polong muda, daun, bunga, hingga umbi akar dari tanaman ini dapat dikonsumsi. Polong muda tanaman kecipir dapat menjadi sumber mineral dan vitamin yang baik dan memiliki kandungan nutrisi yang mirip dengan tanaman legum lainnya (NAS, 1981). Bijinya juga diketahui memiliki komposisi dan kandungan nutrisi yang sangat mirip dengan kacang kedelai (Amoo *et al.*, 2006). Oleh sebab itu, kedua organ ini merupakan produk utama yang sering dipanen dalam kegiatan budidaya tanaman kecipir

Tanaman kecipir memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan sebagai bahan pangan alternatif, khususnya di Indonesia yang iklimnya cocok untuk kegiatan budidaya kecipir. Akan tetapi, upaya untuk peningkatan produksinya saat ini masih terbatas. Berdasarkan kajian yang dilakukan Tanzi *et al.* (2019), data produksi tanaman kecipir masih belum banyak ditemukan dan sebagian besar data-data yang ada hanya

mengacu dari laporan-laporan, bukan dari literatur yang melalui penelaahan oleh editor (*peer-reviewed literature*). Riset mengenai aspek budidaya diperlukan untuk meningkatkan pemanfaatan dari tanaman tersebut. Salah satu upaya untuk peningkatan produksi adalah pemberian pupuk dengan dosis optimal yang biasanya dilakukan untuk mengatasi kekurangan hara.

Rendahnya ketersediaan hara di dalam tanah, terutama unsur hara makro N, P, dan K, akan membatasi tingkat pertumbuhan dan produksi yang dihasilkan (Munawar, 2011). Hara makro sangat penting bagi pertumbuhan tanaman (Monib *et al.*, 2023). Namun pemberian pupuk yang berlebih juga dapat menimbulkan keracunan pada tanaman. Berbagai pustaka menunjukkan bahwa dosis pemupukan NPK untuk tanaman kecipir sangat bervariasi (Nangju dan Baudoin, 1979; Maure, 2019; Islam *et al.*, 2016; Laia, 2019; GCEO, 2017). Adanya varietas baru yang berumur genjah, Fairuz IPB, memerlukan penentuan dosis pupuk optimum dengan mempertimbangkan variasi dosis rekomendasi yang sudah ada. Penelitian ini menentukan dosis pupuk yang optimum untuk menghasilkan polong muda kecipir.

BAHAN DAN METODE

Penanaman dilaksanakan di Kebun Percobaan Cikarawang IPB dari September 2022 hingga Maret 2023. Budidaya tanaman menggunakan benih kecipir Fairuz IPB, pupuk kandang, pupuk Urea, SP-36, KCl dan NPK (16-16-16), media perkecambahan arang sekam, pestisida karbofuran, fungisida mankozeb 80%, insektisida deltametrin, ajir, dan alat budidaya pertanian. Penelitian ini menggunakan rancangan kelompok lengkap teracak (RKLT) dengan faktor dosis pupuk NPK 4 taraf (Tabel 1) dan 3 ulangan, sehingga secara keseluruhan terdapat 12 unit percobaan. Persiapan lahan dimulai dengan pengolahan tanah dan pembuatan 12 bedeng masing-masing berukuran 1 m x 7 m. Penanaman dilakukan dengan jarak tanam 60 cm x 30 cm. Sebelum ditanam kecipir disemai terlebih dahulu di media arang sekam selama 2 minggu.

Tabel 1. Kandungan N, P dan K pada tiap taraf dosis pupuk

Taraf dosis (% dosis rekomendasi)	Dosis pupuk (kg ha ⁻¹)		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
0	0	0	0
50	58.21	63.21	70.71
100	116.43	126.43	141.43
150	174.64	189.64	212.14

Pemberian perlakuan pupuk dasar, pupuk kandang 2.5 ton ha⁻¹, dan pengajiran dilakukan 1 minggu sebelum pindah tanam. Penyulaman dilakukan 1 minggu setelah penanaman. Pemeliharaan yang dilakukan meliputi kegiatan penyiangan, penyiraman, pengendalian hama dan penyakit tanaman. Pemanenan polong muda dilakukan ±2 minggu setelah 50% tanaman berbunga.

Pengamatan yang dilakukan meliputi pengamatan keragaan vegetatif, generatif, dan pascapanen. Keragaan vegetatif yang diamati terdiri dari panjang batang (cm), jumlah daun, luas daun (cm²), dan kandungan N, P dan K tanaman. Karakter pada fase generatif yang diamati yaitu umur awal berbunga dan jumlah bunga. Peubah pascapanen yang diamati meliputi bobot basah polong muda (g), bobot kering polong muda (g), panjang polong muda (cm), lebar polong muda (mm), produksi polong muda per tanaman (g), produktivitas polong muda (kg ha⁻¹), jumlah tanaman panen, dan analisis fitokimia polong muda. Data-data pengamatan diolah dan diuji analisis ragam (*analysis of variance*) menggunakan Microsoft Excel. Hasil analisis ragam yang menunjukkan perbedaan yang nyata diuji lanjut dengan *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum

Waktu penelitian berlangsung dari bulan September 2022 sampai bulan Maret 2023 dengan suhu rata-rata antara 21.4–32.2 °C, kelembapan rata-rata sebesar 83.9%–86.6%, rata-rata curah hujan sebesar 398.2 mm per bulan, dan rata-rata lama penyinaran matahari sebesar 4.84 jam per hari (BMKG, 2023). Tanah di lokasi penelitian memiliki pH sebesar 4.5. Analisis tanah menunjukkan ketersediaan hara N, P, dan K pada lahan percobaan tergolong sedang berdasarkan kriteria penilaian hasil analisis tanah (Balai Penelitian Tanah, 2009). Pertumbuhan pertanaman kecipir selama masa penelitian cukup baik. Tanaman kecipir memasuki fase generatif pada umur 12 minggu setelah tanam (MST).

Keragaan Tanaman pada Fase Vegetatif

Tinggi tanaman dan jumlah daun diamati sejak tanaman berumur 14 HST hingga tanaman berumur 56 HST. Pemberian pupuk NPK menunjukkan perbedaan tinggi tanaman yang nyata pada 14 dan 42 HST, namun tidak nyata terhadap jumlah daun (Tabel 2).

Tabel 2. Rata-rata tinggi tanaman dan jumlah daun kecipir 14–56 HST pada berbagai taraf dosis N, P, K

Perlakuan (% dosis acuan)	Waktu pengamatan			
	14 HST	28 HST	42 HST	56 HST
	Tinggi tanaman (cm)			
0	8.4 ± 0.4 ^c	19.5 ± 0.6	47.9 ± 0.4 ^c	148.6 ± 19.4
50	10.6 ± 0.6 ^a	21.1 ± 1.7	81.3 ± 1.4 ^{bc}	192.9 ± 13.7
100	8.8 ± 0.5 ^{bc}	21.7 ± 1.8	83.1 ± 6.3 ^b	207.7 ± 4.3
150	9.9 ± 0.7 ^{ab}	23.3 ± 1.1	96.5 ± 6.4 ^a	217.3 ± 20.0
	Jumlah daun			
0	6.0 ± 0.1	10.3 ± 0.6	14.9 ± 0.8	37.9 ± 3.0
50	6.3 ± 0.4	9.4 ± 1.3	21.6 ± 4.5	35.4 ± 5.6
100	5.6 ± 0.1	11.3 ± 0.8	21.9 ± 1.9	39.5 ± 2.9
150	6.2 ± 0.4	10.5 ± 1.5	21.2 ± 4.2	40.4 ± 6.5

Keterangan: data yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan pengujian DMRT ($\alpha = 5\%$). Data diikuti dengan *standard error* [n=3].

Pemberian pupuk NPK memberikan perbedaan luas daun per tanaman yang nyata dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Penambahan 50% dari dosis pupuk acuan terlihat menghasilkan daun yang 2–3 kali lebih luas. Menurut Freeden *et al.* (1989), penurunan perluasan daun pada tanaman merupakan efek dari defisiensi unsur P.

Daun tanaman kecipir pada 88 HST memiliki kadar N-Total dalam kisaran 4.55–4.96%. sedangkan kadar P berkisar 0.28–0.40% dan K 0.46–1.10%. (Tabel 4). Kadar nitrogen daun cukup tinggi sesuai dengan karakter tanaman Leguminosae

Tabel 3. Rata-rata luas daun kecipir pada berbagai taraf dosis NPK

Perlakuan (% dosis acuan)	Luas daun per tanaman (cm ²)
0	2.213 ^b
50	6.660 ^{ab}
100	4.139 ^b
150	13.975 ^a

Keterangan: data yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan pengujian DMRT ($\alpha = 5\%$).

Tabel 4. Kadar hara NPK daun kecipir saat berumur 88 HST pada berbagai taraf dosis pemupukan NPK

Perlakuan (% dosis acuan)	Kadar hara daun		
	N-total (%)	P (%)	K (%)
0	4.76	0.35	0.77
50	4.93	0.40	1.10
100	4.96	0.28	0.70
150	4.55	0.31	0.46

Keterangan: hasil tabel di atas tidak diolah secara statistik (tanpa ulangan).

Keragaman Tanaman pada Fase Generatif

Pengamatan umur berbunga tidak menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antara perlakuan. Umur berbunga berkisar antara 76.0–83.0 HST (Tabel 5). Umur berbunga yang teramati pada penelitian ini cenderung lebih lambat jika dibandingkan umur berbunga yang tertera pada deskripsi tanaman kecipir varietas Fairuz IPB yaitu 63-65 HST (Pusat PVTPP, 2020). Jumlah bunga per tanaman juga tidak memperlihatkan perbedaan yang nyata antara perlakuan.

Produksi Polong Muda Kecipir

Polong muda kecipir mulai dipanen pertama kali pada saat berumur 95 HST atau sekitar 2

minggu setelah antesis. Proses pemanenan berlangsung selama kurang lebih 2 bulan. Tidak terdapat perbedaan yang nyata dari peubah panjang, lebar, bobot basah, dan bobot kering polong muda (Tabel 6). Terdapat kecenderungan peningkatan panjang dan bobot basah dengan penambahan dosis pemupukan walaupun peningkatannya tidak signifikan. Nilai bobot kering didapatkan dari hasil pengeringan menggunakan oven. Dari pengeringan tersebut, didapatkan data rendemen bobot kering terhadap bobot basah polong muda sebesar 9.06%–9.99%. Sementara itu, persentase tanaman hidup per plot berkisar antara 57.64%–77.08% dari total 48 tanaman dan tidak berbeda nyata antar perlakuan (Tabel 7).

Tabel 5. Rata-rata umur berbunga dan jumlah bunga kecipir dengan berbagai taraf dosis NPK

Perlakuan (% dosis acuan)	Umur berbunga (HST)	Jumlah bunga per tanaman
0	83.0	6.1
50	82.7	5.0
100	78.3	7.0
150	76.0	9.7

Tabel 6. Rata-rata panjang, lebar, bobot basah, dan bobot kering polong muda kecipir

Perlakuan (% dosis acuan)	Karakter polong muda			
	Panjang (cm)	Lebar (mm)	Bobot basah (g)	Bobot kering (g)
0	16.2 ± 0.5	15.5 ± 0.6	15.0 ± 1.0	1.49 ± 0.12
50	17.3 ± 0.4	15.2 ± 0.5	19.0 ± 1.2	1.81 ± 0.16
100	18.3 ± 0.7	15.6 ± 0.6	20.8 ± 1.7	2.07 ± 0.22
150	19.1 ± 0.6	15.1 ± 0.5	22.8 ± 1.8	2.06 ± 0.23

Keterangan: data diikuti dengan *standard error* [n=3].

Tabel 7. Rata-rata persentase tanaman kecipir hidup

Perlakuan (% dosis acuan)	Persentase tanaman hidup per plot (%)
0	62.50
50	66.67
100	77.08
150	57.64

Tabel 8 menunjukkan rata-rata jumlah polong muda. Hasilnya menunjukkan bahwa perbedaan dosis NPK berpengaruh sangat nyata terhadap jumlah polong muda per tanaman dan berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per plot. Tanaman yang diberikan pupuk NPK sebesar 1.5 kali dosis acuan terlihat menghasilkan polong paling banyak. Namun, pemberian pupuk NPK sebesar 0.5–1.0 kali dosis acuan tidak menghasilkan jumlah polong muda yang berbeda nyata dibandingkan kontrol.

Perbedaan jumlah polong tersebut berdampak pada bobot total yang dihasilkan tanaman. Tabel 9 memperlihatkan bahwa perbedaan dosis N, P, K berpengaruh nyata terhadap bobot polong muda per tanaman, bobot polong muda per plot, dan produktivitas polong muda. Pemberian pupuk N, P, K dengan 100%

dosis acuan menghasilkan produktivitas 2 kali lebih tinggi dibandingkan perlakuan kontrol, dan perlakuan 150% dosis acuan menghasilkan produktivitas polong muda 2.5 kali lebih tinggi. Produktivitas seluruh perlakuan di percobaan ini terbilang cukup tinggi dibandingkan produktivitas polong muda kecipir Fairuz IPB yang dilaporkan Susanti (2022) yaitu sebesar 1.68 ton ha⁻¹, namun tidak lebih tinggi dibandingkan dengan deskripsi varietas Fairuz IPB sebesar 4.15–6.20 ton ha⁻¹.

Kadar pigmen polong muda, baik klorofil, antosianin, maupun karoten tidak menunjukkan respons yang berbeda nyata terhadap penambahan dosis pupuk N, P, dan K (Tabel 10). Kadar pigmen pada seluruh polong muda Fairuz IPB pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Susanti (2022).

Tabel 8. Rata-rata jumlah polong muda kecipir per tanaman dan jumlah polong muda per plot

Perlakuan (% dosis acuan)	Jumlah polong muda per tanaman	Jumlah polong muda per plot
0	3.8c	102.8 ^c
50	3.3c	101.0 ^c
100	4.9 ^{bc}	168.3a ^b
150	8.6 ^a	218.3 ^a

Keterangan: data yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan pengujian DMRT ($\alpha = 5\%$). Ukuran plot = 7.92 m²

Tabel 9. Rata-rata bobot polong muda per tanaman, bobot polong muda per plot, dan produktivitas polong muda kecipir

Perlakuan (% dosis acuan)	Bobot polong muda per tanaman (g)	Bobot polong muda per plot (kg)	Produktivitas polong muda (ton ha ⁻¹)
0	56.14 ^c	1.52 ^c	1.92 ^b
50	54.46 ^c	1.70 ^c	2.14 ^b
100	91.66 ^{bc}	3.16 ^{ab}	3.99 ^a
150	154.70 ^a	3.93 ^a	4.96 ^a

Keterangan: data yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan pengujian DMRT ($\alpha = 5\%$). Ukuran plot = 7.92 m²

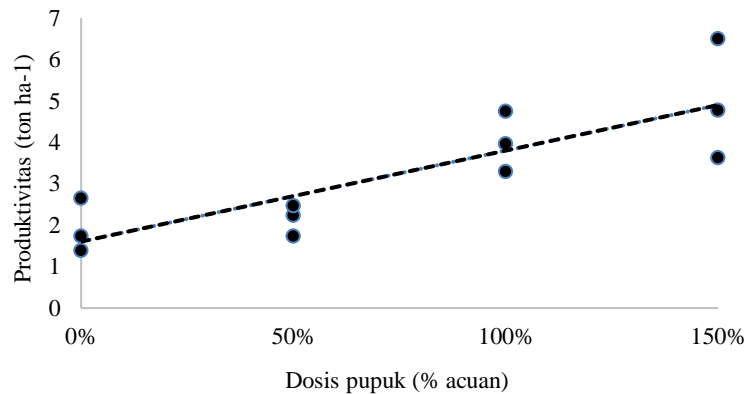
Tabel 10. Kandungan pigmen polong muda kecipir dengan berbagai taraf dosis NPK

Perlakuan (% dosis acuan)	Klorofil A (mg g ⁻¹)	Klorofil B (mg g ⁻¹)	Antosianin (10 ⁻⁶ mol g ⁻¹)	Karoten (mg g ⁻¹)	Total klorofil (mg g ⁻¹)
0	0.069	0.022	2.64×10 ⁻⁵	0.023	0.090
50	0.078	0.026	4.24×10 ⁻⁵	0.026	0.104
100	0.099	0.034	2.89×10 ⁻⁵	0.032	0.133
150	0.066	0.021	2.87×10 ⁻⁵	0.021	0.087

Penentuan Dosis Optimum

Penentuan dosis optimum dilakukan dengan melakukan uji regresi antara peubah dosis pupuk N, P, dan K dengan produktivitas polong muda kecipir. Hasil uji regresi linear menunjukkan korelasi yang nyata antara produktivitas polong muda terhadap pemberian pupuk dengan persamaan $y = 2.1974x + 1.6044$ dan R^2 sebesar 0.7. Artinya 70% peningkatan produktivitas dipengaruhi oleh peningkatan dosis pemupukan N,

P, K. Persamaan regresi linier menunjukkan bahwa dosis optimum belum dapat ditentukan. Ada beberapa dugaan penyebab hubungan antara dosis pupuk dan produktivitas masih linier. Serapan hara tidak efisien mungkin karena pupuk yang diberikan meskipun sudah ditingkatkan dosisnya, masih banyak yang tidak berada pada kondisi tidak tersedia. Oleh karena itu perlu diupayakan agar ketersediaan hara dapat ditingkatkan antara lain dengan penambahan dosis pupuk kandang dan pupuk hayati.



Gambar 1. Hubungan dosis pupuk dan produktivitas polong muda kecipir

KESIMPULAN

Peningkatan dosis pupuk NPK meningkatkan luas daun tanaman kecipir dan komponen hasil yang meliputi jumlah polong per tanaman, jumlah polong per tanaman, produksi polong per tanaman, produksi polong per plot, dan produktivitas polong muda kecipir. Dosis NPK optimum untuk produksi polong muda kecipir belum ditemukan karena regresi antara dosis pemupukan dengan produksi polong muda masih linear.

DAFTAR PUSTAKA

- Amoo, I., O. Adebayo, A. Oyeleye. 2006. Chemical evaluation of winged beans (*Psophocarpus tetragonolobus*), Pitanga cherries (*Eugenia uniflora*) and orchid fruit (*Orchid fruit myristica*). African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development. 6(2):1-12. <https://doi.org/10.4314/ajfand.v6i2.71734>
- [Balittanah] Balai Penelitian Tanah. 2009. Petunjuk teknis analisis kimia tanah, tanaman, air dan pupuk. Edisi ke-2. Bogor (ID): Balai Penelitian Tanah, Balai Besar Litbang Sumber Daya Lahan Pertanian, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian.
- [BMKG] Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika. 2023. Data Iklim Stasiun Klimatologi Bogor. <https://dataonline.bmkg.go.id/>
- Chivenge, P., T. Mabhaudhi, A.T. Modi, P. Mafongoya. 2015. The potential role of neglected and underutilised crop species as crops under water scarce conditions in Sub-Saharan Africa. Int. J Environ. Res. Public Health. 12(6):5685–5711. <https://doi.org/10.3390/ijerph120605685>.
- Edreira, J.I.R., E.B. Carpici, D. Sammarro, M.E. Otegui. 2011. Heat stress effects around flowering on kernel set of temperate and tropical maize hybrids. F. Crop Res. 123(2):62-73. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2011.04.015>.
- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2010. The second report on the state of the World's plant genetic resources for food and agriculture. Rome (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations.

- [FAO] Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011. The state of food insecurity: how does international price volatility affect domestic economies and food security?. Rome (IT): Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fredeen, A.L., I.M. Rao, N. Terry. 1989. Influence of phosphorus nutrition on growth and carbon partitioning in Glycine max. *Plant Physiol.* 89:225–230. <https://doi.org/10.1104/pp.89.1.225>.
- [GCEO] Guam Cooperative & Outreach. 2016. Guam Crop Charts. Mangilao (GU): College of Natural and Applied Sciences, University of Guam.
- Illowsky, B., S. Dean. 2013. Introductory Statistics. Houston (US): OpenStax. pp 693–694. <https://openstax.org/details/books/introductory-statistics>
- Islam, M.A., A.N. Boyce, M.M. Rahman, M.S. Azirun, M.A. Ashraf. 2016. Effects of organic fertilizers on the growth and yield of bush bean, winged bean and yard long bean. *Braz. Arch. Biol. Techn.* 59. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2016160586>.
- Laia, K. 2019. Perbedaan keragaan, daya hasil, dan kandungan proksimat kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Maure, G.H. 2019. Analisis pertumbuhan dan produksi tanaman pada sistem tumpang-sari tomat-kecipir [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mayes, S., F.J. Massawe, P.G. Alderson, J.A. Roberts, S.N. Azam-Ali, M. Hermann. 2012. The potential for underutilized crops to improve security of food production. *J. Exp. Bot.* 63(3):1075–1079. <https://doi.org/10.1093/jxb/err396>.
- Monib, A.H., O. Alimyar, M.U. Mohammad, M.S. Akhundzada, P. Niazi. 2023. Macronutrients for plants growth and humans health. *J. Res. Applied Sci. Biotech.* 2(2):268-279. <https://doi.org/10.55544/jrasb.2.2.38>.
- Munawar, A. 2011. Kesuburan Tanah dan Nutrisi Tanaman. Bogor (ID): IPB Press.
- Nangju, D., J.P. Baudoin. 1979. Performance of winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.) in Nigeria. *J. Hortic. Sci.* 54(2):129-36. <https://doi.org/10.1080/00221589.1979.11514860>.
- [NAS] National Academy of Sciences. 1975. Underexploited Tropical Plants with Promising Economic Value. Washington, D.C. (US): National Academy of Sciences.
- [NAS] National Academy of Sciences. 1981. The Winged Bean: a High-Protein Crop for The Humid Tropics, 2nd Ed. Washington, D.C. (US): National Academy of Sciences.
- Padulosi, S., J. Thompson, P. Rudebjer. 2013. Fighting Poverty, Hunger and Malnutrition with Neglected and Underutilized Species: Needs, Challenges and the Way Forward. Rome (IT): Biodiversity International.
- [Pusat PVTTP] Pusat Perlindungan Varietas Tanaman dan Perizinan Pertanian. 2020. Pengumuman Permohonan Hak PVT No. Publikasi : 006/BR/PP/03/2020. Jakarta: PVTTP.
- Siebert, S., H. Webber, G. Zhao, F. Ewert. 2017. Heat stress is overestimated in climate impact studies for irrigated agriculture. *Environ. Res. Lett.* 12:054023. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa702f>.
- Susanti, D. 2022. Morfologi fisiologi dua varietas tanaman kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* L.) dengan perbedaan umur panen polong muda [thesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Tanzi, A.S., G.E. Eagleton, W.K. Ho, Q.N. Wong, S. Mayes, F. Massawe. 2019. Winged bean (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC.) for food and nutritional security: synthesis of past research and future direction. *Planta.* 250(3):911–931. <https://doi.org/10.1007/s00425-019-03141-2>.
- Zampieri, M., A. Ceglar, F. Dentener, A. Toreti. 2017. Wheat yield loss attributable to heat waves, drought and water excess at the global, national and subnational scales. *Environ. Res. Lett.* 12:064008. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa723b>.