

Keragaan Karakter Vegetatif Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* L Meril) dengan Pemberian Abu Vulkanik Gunung Kelud

Tri Rahayuningsih, Agus Suryanto, Meiyana Hikmawati, Budi Prasetyo Nugroho

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Soerjo Ngawi

Correspondence: tri.rahayuningsih@unmer.ac.id, agus.chikenras@gmail.com, m.hikmawati@gmail.com, budi.p.n.25@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik. beberapa varietas kedelai utamanya adalah mengidentifikasi sejauh mana abu vulkanik gunung kelud terhadap pertumbuhan empat varietas kedelai Argomulyo, Burangrang, Dering 1 dan F2 Gunitir x MLG 0120. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan tiga ulangan, yang terdiri dari 2 faktor. Faktor I yaitu Penggunaan Varietas yang terdiri dari 4 varietas (V) yaitu Varietas Argomulyo (V1), Varietas Burangrang (V2), Varietas Dering 1 (V3). F2 Gunitir x MLG 0120 (V4). Sedangkan Faktor II yaitu Penggunaan Komposisi Media tanam terdiri dari 3 komposisi media (M) meliputi Kompos dan tanah sebagai kontrol dengan perbandingan 1 : 1 (M0). Kompos dan abu vulkanik serta tanah dengan perbandingan 1 : 1 : 1 (M1), dan Kompos dan abu vulkanik dengan perbandingan 1 : 1 (M2). Parameter pengamatan meliputi: Tinggi Tanaman, Jumlah Daun dan Jumlah Cabang Per Tanaman. Analisa penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial, sedangkan untuk uji lanjutan digunakan uji BNT 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada awal pertumbuhan, perlakuan penggunaan abu vulkanik dan varietas tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, dan jumlah daun. Varietas Argomulyo (V1) ada kecenderungan tinggi tanamannya lebih rendah, sedang varietas Burangrang(V2) dan F2 Gunitir x MLG 0120 (V4) ada kecenderungan tinggi tanamannya lebih tinggi. Varietas F2 Gunitir x MLG 0120 (V4) ada kecenderungan jumlah daunnya lebih rendah, sedangkan varietas Argomulyo (V1) dan varietas Dering 1 (V3) ada kecenderungan jumlah daunnya lebih tinggi, dan keempat varietas tersebut mempunyai keunggulan masing-masing. Perlakuan varietas dan pemberian abu vulkanik tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang per tanaman.

Kata kunci: keragaan karakter vegetatif, varietas kedelai, abu vulkanik

ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the characteristics of several soybean varieties, primarily to identify the extent to which volcanic ash from Mount Kelud affects the growth of four soybean varieties: Argomulyo, Burangrang, Dering 1, and F2 Gunitir x MLG 0120. The research method used in this study was a Factorial Randomized Block Design with three replications, consisting of two factors. Factor I was the Use of Varieties consisting of four varieties (V), namely the Argomulyo Variety (V1), the Burangrang Variety (V2), and the Dering 1 Variety (V3), and F2 Gunitir x MLG 0120 (V4). Meanwhile, Factor II was the Use of Planting Media Composition consisting of three media compositions (M): compost and soil as a control with a ratio of 1:1 (M0), compost and volcanic ash and soil with a ratio of 1:1:1 (M1), and compost and volcanic ash with a ratio of 1:1 (M2). Observation parameters included: Plant Height, Number of Leaves, and Number of Branches per Plant. The research analysis used a factorial randomized block design, while for further testing, a 5% LSD test was used. The results showed that at the beginning of growth, the volcanic ash treatment and variety did not significantly affect plant height or leaf number. The Argomulyo variety (V1) tended to have lower plant height, while the Burangrang variety (V2) and the F2 Gunitir x MLG 0120 (V4) tended to have higher plant height. The F2 Gunitir x MLG 0120 (V4) tended to have lower leaf number, while the Argomulyo variety (V1) and the Dering 1 variety (V3) tended to have higher leaf number. All four varieties had their own advantages. The variety treatment and volcanic ash application did not significantly affect the number of branches per plant.

Keywords: vegetative character performance, soybean varieties, volcanic ash

PENDAHULUAN

Kedelai merupakan salah satu komoditas tanaman pangan yang penting dan telah lama dibudidayakan di Indonesia. Kebutuhan kedelai setiap tahun selalu meningkat seiring dengan pertambahan penduduk dan perbaikan pendapatan per kapita yang saat ini diposisikan sebagai komoditas penting setelah padi, karena banyak dibutuhkan untuk bahan pangan, pakan ternak dan industri. Sebagai sumber protein nabati yang rendah kolesterol kedelai semakin diminati sebagian besar masyarakat Indonesia. Setidak-tidaknya 2,4 juta ton kedelai pertahun di konsumsi Indonesia. Sementara

itu rata-rata produksi kedelai nasional dalam kurun waktu tahun 2001-2011, tidak melampaui 600 ribu ton pertahun (Bertham & Nusantara, 2010).

Seiring bertambahnya penduduk dan meningkatnya kesejahteraan masyarakat, maka permintaan akan komoditas kedelai akan semakin meningkat dari tahun ke tahun dan juga meningkatnya kesadaran akan kebutuhan gizi dari protein nabati. Akan tetapi kapasitas produksi dalam negeri cenderung menurun, sehingga pemerintah harus impor kedelai yang cukup banyak, tanpa kebijakan khusus. Kebutuhan nasional kedelai nasional akan terus bergantung pada

impor (Hilman et al, 2004). Perkembangan akhir-akhir ini menunjukkan bahwa terjadi kelangkaan kedelai impor dalam negeri, sementara ketersediaan kedelai lokal (produksi dalam negeri) sangat terbatas, Hal ini menyebabkan ketidak seimbangan antara *supply* (penawaran) dan *demand* (permintaan).

Rendahnya produksi tersebut dapat di sebabkan oleh banyak faktor pembatas yang menyebabkan produksi belum mampu memenuhi kebutuhan kedelai di Indonesia Dengan melihat peluang tersebut, memotivasi banyak petani untuk membudidayakan tanaman kedelai. Selain biaya dan perawatan yang mudah, bagi petani yang memiliki lahan kurang air bisa membudidayakan tanaman kedelai. Berkaitan dengan hal tersebut diatas mendorong penulis untuk membuat dan merancang penelitian. Dalam penelitian ini ingin mengetahui pengaruh media tanam campuran pupuk kompos, abu vulkanik dan tanah terhadap pertumbuhan dan produksi empat varietas kedelai. Karena pengolahan media tanam untuk budidaya tanaman kedelai sangat penting. supaya kedelai dapat berkecambah dengan sempurna dan berkembang secara maksimal.

Material padat dalam bentuk debu yang disebarkan oleh gunung api pada saat meletus dinamakan abu vulkanik. Abu vulkanik biasanya terdiri gelas vulkanis, labrodonit, augit, dan sedikit bitounit, hiperstin, hornblende, dan opak. Selain mineral opak, semua mineral tersebut mudah lapuk dan melepaskan banyak hara ke dalam tanah (Anda et al., 2012). Abu vulkanik merupakan material yang baru keluar (recent material) sehingga belum dapat menyumbangkan unsur hara bagi tanaman karena belum mengalami proses pelapukan yang sempurna (Nurlaeny et al., 2012).

Penelitian Foy et al. (2003) mengatakan bahwa bahan organik bisa berpengaruh terhadap pelapukan bahan mineral abu vulkanik melalui pembentukan khelat logam-organik, asam-asam organik akan melarutkan mineral-mineral primer dan sekunder yang ada di dalam media tanam dan selanjutnya akan menjadi tersedia bagi tanaman. Makin besar afinitas kation logam terhadap asam Humat-fulvat, maka semakin mudah terlepasnya kation dari permukaan berbagai jenis mineral. Abu vulkanik yang menutupi permukaan tanah dapat memberikan proses peremajaan dan peningkatan kesuburan tanah (Tarigan et al., 2015). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik. beberapa varietas kedelai utamanya adalah mengidentifikasi sejauh mana abu vulkanik gunung kelud terhadap pertumbuhan empat varietas kedelai Argomulyo, Burangrang, Dering 1 dan F2 Gunitir x MLG 0120.

METODE

Penelitian ini di laksanakan di desa Mlilir Kecamatan Dolopo Kabupaten Madiun Jawa Timur. Curah hujan rata-rata harian 2.453 mm/th dan suhu rata-rata harian 23,9°C – 32,2°C. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: Cangkul, Polybag, tugal, papan nomor plot, handsprayer, gembor, alat tulis menulis, camera. meteran, timbangan analitik, dan alat-alat lain yang menunjang penelitian ini. Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: benih kedelai empat varietas yaitu Argomulyo, Burangrang, Dering 1 dan F2 Gunitir x MLG 0120. Media tanam menggunakan campuran pupuk kompos (Rbn-Maestro), abu vulkanik gunung kelud dan tanah dengan perbandingan 1 : 1 : 1. Serta pupuk cair (Gandasil D, Gandasil B) dan pestisida (Matador, Curacron, Confidor. Benlate, Bayleron, Basudin) untuk penyemprotan hama tanaman kedelai.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan tiga ulangan, yang terdiri dari 2 faktor. Faktor I yaitu penggunaan varietas yang terdiri dari 4 varietas (V) yaitu: varietas Argomulyo (V1), varietas Burangrang (V2). varietas Dering I (V3) dan F2 Gunitir x MLG 0120 (V4). Faktor II : yaitu penggunaan komposisi media terdiri 3 komposisi media (M) yaitu : kompos dan tanah sebagai kontrol dengan perbandingan 1 : 1 (M0), kompos dan abu vulkanik serta tanah dengan perbandingan 1 : 1 : 1 (M1), kompos dengan abu vulkanik dengan perbandingan 1 : 1 (M2).

Parameter pengamatan pertumbuhan vegetatif meliputi : Jumlah daun trifoliolate, dihitung jumlah daun yang terbentuk, dan sudah membuka sempurna dan dinyatakan dalam satuan helai yang diamati setiap seminggu sekali dari awal pertumbuhan sampai batas maksimal pertumbuhan. Tinggi tanaman (cm) diukur mulai 5 cm dari pangkal batang hingga titik tumbuh pada pucuk batang. Untuk tanaman yang titik tumbuhnya terlindungi daun (dikotil), maka pengukuran dilakukan pada ujung yang tertinggi. Contoh: tanaman kedelai, ketela pohon, kakao, jeruk, dan lainnya (Paiman, 2022). Pengamatan dilakukan setiap seminggu sekali dari awal pertumbuhan sampai batas maksimal pertumbuhan. Jumlah cabang per tanaman, dihitung pada saat akhir masa vegetatif aktif tanaman sampel yaitu pada hari ke 60 hari setelah tanam (hst). Data hasil penelitian dianalisa dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok faktorial. Sedangkan untuk uji lanjutan digunakan uji BNT 5%.

HASIL

Tabel 1
Pengaruh Pemberian Abu Vulkanik Gunung Kelud Terhadap Rata-Rata Tinggi Tanaman

Perlakuan	Tinggi Tanaman (Cm)						
	14 Hst	21 Hst	28 Hst	35 Hst	42 Hst	49 Hst	56 Hst
V1	10,94	16,02	24,92	32,01a	38,11a	40,22a	42,04a
V2	11,57	16,16	28,38	28,27b	49,81b	55,93d	61,78cd
V3	11,00	16,23	26,29	33,92ab	43,55ab	50,70bcd	54,67bcd
V4	11,00	16,55	26,46	33,84a	44,19ab	52,29cd	62,33d
BNT 5%	tn	tn	tn	4,41	7,23	7,71	8,02
M0	11,04	16,17	27,17	33,03	44,42	50,06	54,17
M1	11,32	16,78	27,19	35,42	45,61	51,81	57,11
M2	11,03	15,77	25,43	33,09	41,72	47,72	54,33
BNT 5%	m	m	m	m	m	m	m

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT

Sumber : data olahan

Berdasarkan Tabel 1 analisis sidik ragam pemberian abu vulkanik tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai pada umur 14 hst sampai dengan 28 hst. Berdasarkan uji BNT 5% varietas Burangrang (V2) menunjukkan tinggi tanaman lebih tinggi, pada umur 35 hst samapi 49 hst, walaupun tidak berbeda nyata dengan varietas F2 Gunitir x MLG 0120 (V4). Pada umur 56 hst, varietas F2 Gunitir x MLG 0120 (V4) tinggi tanamannya lebih tinggi walaupun tidak berbeda nyata dengan varietas Burangrang (V2). Varietas Argomulyo (VI), ada kecenderungan mempunyai tinggi tanaman lebih rendah pada umur 35 hst sampai 56 hst.

Pertambahan tinggi tanaman merupakan bentuk adanya peningkatan pembelahan dan pemanjangan sel dari adanya peningkatan hasil fotosintat. Kartono (2005) dalam penelitiannya menemukan bahwa tinggi tanaman dipengaruhi cukup tersedianya unsur makro seperti nitrogen, fosfor dan kalium. Unsur nitrogen lebih berperan di banding unsur fosfor dan kalium.. Kekurangan nitrogen pada tanaman akan tumbuh kerdil dan sistem perakaran terbatas. Kedelai menunjukkan respon terhadap pemupukan, terutama pada tanah yang miskin akan hara tanaman (Suprpto, 2001).

Pertumbuhan tinggi tanaman merupakan pertumbuhan vegetatif dimana tanaman mengalami pembelahan dan pembesaran sel didalam jaringan khusus yang disebut meristem. Meristem ujung menghasilkan sel – sel baru diujung akar atau batang, mengakibatkan tanaman bertambah tinggi atau Panjang (Jayasumarta, 2012). Penelitian Achmad & Hadi (2015) di dalam abu vulkanik terkandung unsur sulfur dan unsur silica, yang berfungsi sebagai pemasok unsur hara tanaman. Juga mengandung unsur Cu dan Fe yang merupakan unsur hara mikro. Di lihat dari fisiknya abu vulkanik merupakan hasil dari pembakaran yang mempunyai sifat seperti batuan zeolit dan arang yang

berfungsi sebagai penambat unsur hara dalam tanah. Sehingga tidak mudah tercuci air. Dengan adanya abu vulkanik juga akan mempermudah penyerapan unsur hara oleh akar tanaman.

Pada awal pertumbuhan tinggi tanaman mengalami penambahan yang cukup pesat, tetapi kemudian menurun. Hal ini disebabkan tanaman tidak hanya tumbuh ke atas terus, tetapi terjadi pertumbuhan cabang dan juga mulai munculnya bunga. Penelitian Sudaryo dan Sutjipto (2009) abu vulkanik gunung kelud dapat meningkatkan pH tanah, meningkatkan tinggi tanaman, berat kering tanaman dan akar. Semakin halus abu vulkanik, semakin efektif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman. Abu gunung berapi umumnya bertekstur lebih agak kasar, sehingga nampak kerusakan terhadap tanaman cukup besar. Dampak yang langsung terhadap lahan adalah penutupan lapisan olah bagian atas tanah oleh abu dan rusaknya tanaman di atasnya. Kerusakan tanaman tergantung jenis dan umur tanaman.

Pengaruh positif dari abu vulkanik dari sisi pertanian dapat diketahui bahwa abu vulkanik mengandung cadangan mineral yang cukup banyak.bahkan kemungkinan juga mengandung magnesium dan semua yang dapat menjadi sumber nutrisi bagi pertanian. Dengan catatan abu vulkanik tersebut telah terlebih dulu mengalami pelapukan, yaitu proses pelepasan unsur primernya. Maka unsur yang baru itu dapat digunakan untuk pertanian. Hal ini juga diperkuat pada penelitian Suntoro et al. (2014) bahwa penambahan abu vulkanik gunung kelud dan pupuk kandang meningkatkan ketersediaan magnesium, serapan magnesium oleh jagung dan kadar klorofil daun jagung. Magnesium (Mg) merupakan aktivator yang berperan dalam transportasi energi beberapa enzim di dalam tanaman yang berfungsi sebagai penyusun klorofil (Nurdiana, 2022).

Tabel 2
Pengaruh Pemberian Abu Vulkanik Gunung Kelud Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)						
	14 Hst	21 Hst	28 Hst	35 Hst	42 Hst	49 Hst	56 Hst
V1	7,82	13,70b	26,96c	45,15b	66,74bc	76,07bc	82,56bc
V2	7,59	12,52ab	23,22b	36,33a	59,41ab	67,41ab	74,37ab
V3	7,70	12,11a	21,44ab	41,89ab	72,81c	83,63c	89,92c
V4	7,07	11,26a	19,07a	36,06a	55,30a	61,93a	69,74a
BNT 5%	m	1,38	3,58	6,40	9,25	10,59	10,63
M0	7,53	12,94	24,06	41,19	64,42	73,64	81,72
M1	7,70	12,92	23,17	40,97	64,69	73,86	79,86
M2	7,42	11,33	20,80	37,39	61,58	69,28	75,86
BNT 5%	m	m	m	m	m	m	m

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT
Sumber : data olahan

Berdasarkan Tabel 2 analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan penggunaan abu vulkanik tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun pada tanaman umur 14 hst. Berdasarkan uji BNT 5% pengaruh media campuran tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah daun. Varietas Argomulyo (V1), menunjukkan jumlah daun lebih tinggi pada umur 21 hst, 28 hst, 35 hst, walaupun tidak berbeda nyata dengan varietas Dering I (V3), sedang pada 42 hst, 49 hst dan 56 hst varietas Dering I (V3), mempunyai jumlah daun lebih tinggi, walaupun tidak berbeda nyata dengan varietas Argomulyo (V1). Varietas F2 Gunitir x MLG 0120 (V4) ada kecenderungan mempunyai jumlah daun lebih rendah.

Pertumbuhan jumlah daun dipengaruhi ketersediaan unsur Nitrogen (N), besi (Fe) dan Zinc (Zn) yang mampu di serap tanaman. Nitrogen berperan aktif dalam pembentukan dan pertumbuhan daun. Kekurangan nitrogen, daun berwarna kekuning-kuningan dan mudah rontok. Sedangkan unsur besi dan zinc berperan aktif dalam pembentukan klorofil (Nurdiana, 2022). Menurut

Marschner (1990) bahwa unsur hara yang mempengaruhi proses pertumbuhan vegetatif tanaman di pengaruhi oleh tersedianya unsur makro seperti nitrogen, fosfor dan kalium, unsur nitrogen lebih berperan aktif di bandingkan dengan unsur fosfor dan kalium. Nitrogen juga berperan penting dalam mempengaruhi pertumbuhan organ-organ yang berkaitan dengan fotosintesis yaitu daun. Tanaman yang mendapat suplai N yang cukup akan membentuk daun lebih luas dengan kandungan klorofil yang lebih tinggi, Nitrogen juga berperan penting dalam mempengaruhi pertumbuhan akar. Kekurangan nitrogen, tanaman akan tumbuh kerdil dan sistem perakaran yang terbatas.

Abu vulkanik mungkin tidak berpengaruh langsung terhadap pertumbuhan tanaman, tetapi mempengaruhi struktur tanah dan tingkat ketersediaan unsur hara. Akar tanaman akan mudah menyerap unsur hara pada tanah yang strukturnya remah. Sehingga pertumbuhan tanaman akan meningkat, ditandai meningkatnya jumlah daun. Jumlah daun juga berjalan seiring dengan jumlah cabang tanaman.

Tabel 3
Pengaruh Pemberian Abu Vulkanik Gunung Kelud. Terhadap Rata-rata Jumlah Cabang Per Tanaman

Perlakuan	Jumlah Cabang	Perlakuan	Jumlah Cabang
V1	4,59	M0	4,69
V2	4,52	M1	4,69
V3	4,92	M2	4,58
V4	4,59		
BNT 5%	tn		tn

Keterangan : Angka yang didampingi huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji BNT
Sumber : data olahan

Berdasarkan Tabel 3 hasil analisis sidik ragam perlakuan pemberian abu vulkanik menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang per tanaman pada empat varietas kedelai. Berdasarkan uji BNT 5% pengaruh perlakuan varietas dan komposisi media tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang pertanaman. Hal ini menunjukkan ke empat varietas kedelai yaitu Argomulyo, Burangrang, Dering I dan F2 Gunitir x MLG 0120, mempunyai tipe pertumbuhan yang sama

sehingga menghasilkan jumlah cabang yang sama. Tetapi ke empat varietas tersebut mempunyai karakter berbeda dalam jumlah daun.

Penelitian Jayasumarta (2012) menemukan bahwa perlakuan sistem olah tanah dan pemberian pupuk fosfat juga belum menunjukkan pengaruh nyata terhadap jumlah cabang per tanaman, dan juga tidak menunjukkan interaksi pada kedua perlakuan. Unsur hara yang di butuhkan untuk pertumbuhan kedelai

adalah N, P dan K, kekurangan N pada awal pertumbuhan kedelai akan menjadikan tanaman tumbuh kerdil dan perakaran yang terbatas. Sehingga menghasilkan pertumbuhan yang kurang optimal. Penambahan jumlah cabang secara langsung juga menambah jumlah organ penghasil fotosintat (source) seperti daun.

Beberapa hasil penelitian mengindikasikan bahwa perlu waktu cukup lama untuk terjadi pelapukan abu vulkanik sehingga tersedia bagi tanaman. Bertambahnya waktu akan terjadi interaksi dalam pelapukan mineral yang ada pada abu vulkanik sehingga dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara (Narka, et al, 2022). Penelitian Narka, et al. (2022) juga menemukan bahwa residu pemberian abu vulkanis Gunung Agung belum menunjukkan pengaruhnya secara nyata, baik terhadap tanaman kacang tanah maupun terhadap sifat tanah.

SIMPULAN

Hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa pada awal pertumbuhan penggunaan abu vulkanik dan varietas tidak menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun. Varietas Argomulyo (V1) ada kecenderungan tinggi tanamannya lebih rendah, sedang varietas Burangrang(V2) dan F2 Gunitir x MLG 0120 (V4) ada kecenderungan tinggi tanamannya lebih tinggi. Varietas F2 Gunitir x MLG 0120 (V4) ada kecenderungan jumlah daunnya lebih rendah, sedangkan varietas Argomulyo (V1) dan varietas Dering I (V3) ada kecenderungan jumlah daunnya lebih tinggi. Keempat varietas tersebut mempunyai keunggulan sendiri-sendiri. Perlakuan varietas dan pemberian abu vulkanik tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah cabang per tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S. R., Hadi, H., 2015. Identifikasi Sifat Kimia Abu Vulkanik dan Upaya Pemulihan Tanaman Karet Terdampak Letusan Gunung Kelud (Studi Kasus: Kebun Ngrangkah Pawon, Jawa Timur). *Warta Perkaratan*, 34(1), 19–30. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v34i1.60>
- Anda, M., Kasno, A., Sarwani, M., 2012. Sifat dan Khasiat Material Letusan Gunung Merapi untuk Perbaikan Tanah Pertanian. *Kajian Cepat Dampak Erupsi Gunung Merapi 2010 Terhadap Sumberdaya Lahan Pertanian dan Inovasi Rehabilitasinya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Jakarta
- Bertham, Y. A. N. G., Nusantara, A. D. A., 2010. Peningkatan produksi kedelai genotip baru melalui teknologi pemupukan berimbang di tanah Ultisol. *Laporan Penelitian Hibah Bersaing 2010*. DP2M. Ditjen Dikti Kementerian Pendidikan Nasional dan Lembaga Penelitian Universitas Bengkulu (UNIB).
- Foy, C. D., Chaney, R. L., White, M. C., 2003. The Physiology of Metal Toxicity in Plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 29(1), 511-566. DOI: [10.1146/annurev.pp.29.060178.002455](https://doi.org/10.1146/annurev.pp.29.060178.002455)
- Hilman, Y., Kasno, A., Saleh., N., 2004. Kacang-kacangan dan umbi-umbian: Kontribusi terhadap ketahanan pangan dan perkembangan teknologinya. *Inovasi Pertanian Tanaman Pangan*. Puslitbangtan Bogor, 95-132.
- Jayasumarta, D., 2012. Pengaruh Sistem Olah Tanah Dan Pupuk P Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Agrium*, 17(3), 148-154. DOI: <https://doi.org/10.30596/agrium.v17i3.313>
- Kartono, 2005. Persilangan buatan Pada Empat Varietas Kedelai. *Buletin Teknik Pertanian*. 10(2), 49-52
- Marschner, H. 1990. *Mineral Nutrition of higher Plants*. Academic Press.
- Narka I. W., Arthagama, I. D. M., Atmaja, I. W. D., 2022. Pengaruh Residu Pemberian Abu Vulkanis Gunung Agung dan Pupuk Kompos Terhadap Tanah dan Tanaman Kacang Tanah (*Arachis hypogaea* L.). *Agrotrop : Journal on Agriculture Science*, 12(2), 230-239, <https://doi.org/10.24843/AJOAS.2022.V12.I02.P05>
- Nurdiana. 2022. *Fisiologi Tumbuhan*. Prenada.
- Nurlaeny, N., Saribun, D. S., dan Hudaya, R., 2012. Pengaruh Kombinasi Abu Vulkanik Merapi Pupuk Organik dan Tanah Mineral terhadap Sifat Fisiko-Kimia Media Tanam serta Pertumbuhan Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *Bionatura*, 14(3), 184-191
- Paiman. 2022. *Pertumbuhan dan Perkembangan Tanaman*. UPY Press.
- Sudaryo, Sutjipto, 2009. Identifikasi dan penelitian logam berat pada tanah vulkanik di daerah Cangkringan Kabupaten Sleman dengan metode Analisis Aktivasi Neutron Cepat. Makalah di sampaikan pada Seminar Nasional V SDM Teknologi, Yogyakarta.
- Suntoro, Widijanto, H., Sudadi, Sambodo, E. E., 2014. Dampak Abu Vulkanik Erupsi Gunung Kelud dan Pupuk Kandang Terhadap Ketersediaan dan Serapan Magnesium Tanaman Jagung di Tanah Alfisol. *Agrista: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agribisnis* 11(2), 69-76, doi: [10.15608/stjssa.v11i2.222](https://doi.org/10.15608/stjssa.v11i2.222)
- Suprpto, H. S. 2001. *Bertanam Kedelai*. Penebar Swadaya.
- Tarigan, E., Hasanah, Y., Mariati. 2015. Respons Pertumbuhan dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) terhadap Pemberian Abu Vulkanik Gunung Sinabung dan Arang Sekam Padi. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 3(3), 956–962.