

DETEKSI BAKTERI PATOGEN TERBAWA BENIH KEDELAI DENGAN METODE *LIQUID ASSAY*

Detection of Soybean Seed-Borne Pathogen Bacteria Using Liquid Assay Method

Qonitah Fauziyah¹, Evan Purnama Ramdan^{1*}, Amiyarsi Mustika Yukti²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma
Jl. Akses UI, Tugu, Kecamatan Cimanggis, Kota Depok, Jawa Barat

²Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura
Jl. Margonda Raya 100, Pondok Cina, Beji, Depok

*E-mail: evan_ramdan@staff.gunadarma.ac.id

Diterima 4 Desember 2021/Disetujui 27 April 2022

ABSTRAK

Kedelai merupakan salah satu komoditas pangan penting, sehingga perlu ditingkatkan produksinya. Diantara upaya untuk meningkatkan produksi kedelai adalah melalui penggunaan benih bermutu, tetapi keberadaan patogen tular benih sering menurunkan mutu benih. Patogen terbawa benih kedelai yang jarang dilaporkan antara lain adalah bakteri patogen, sehingga perlu dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri terbawa benih kedelai secara morfologi dan fisiologi dengan metode *liquid assay*. Benih kedelai yang digunakan pada penelitian adalah varietas Anjasmoro, Detam 4, dan Dering 1. Sebanyak 1000 butir benih dari masing-masing varietas dicuci dengan NaOCl 1% dan dibilas aquades steril. Masing-masing benih ditambah aquades steril dan dihancurkan menggunakan *grinder*. Ekstrak benih yang diperoleh diencerkan secara berseri dan dituang pada media *Nutrient Agar*. Koloni yang tumbuh dikelompokkan berdasarkan warna dan dihitung jumlah koloninya. Setiap koloni bakteri dimurnikan pada media selektif King's B dan *Yeast Dextrose Calcium Agar* (YDCA). Karakterisasi fisiologi meliputi uji reaksi gram, uji katalase, uji fluoresen, uji oksidase, uji hidrolisis pati, dan uji aktivitas arginin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa benih kedelai varietas Anjasmoro memiliki jumlah populasi bakteri yang lebih banyak dibandingkan varietas lain. Bakteri yang berhasil diidentifikasi dari ketiga varietas benih adalah *Pseudomonas* sp., *Pseudomonas glumae*, dan *Xanthomonas* sp.

Kata kunci: karakter fisiologi, mutu benih, *Pseudomonas* sp., *Xanthomonas* sp.

ABSTRACT

Soybean is one of the essential food commodities, so its production needs to be increased. Among the efforts to increase soybean production is through quality seeds, but the presence of seed-borne pathogens often reduces seed quality. Soybean seed-borne pathogens that are rarely reported include pathogenic bacteria, so it is necessary to conduct research to identify soybean seed-borne bacteria morphologically and physiologically using the liquid assay method. The soybean seeds used in this study were the varieties Anjasmoro, Detam 4, and Dering 1. 1000 seeds from each variety were washed with 1% NaOCl and rinsed with sterile distilled water. Each seed was added with sterile distilled water and crushed using a grinder. The seed extract obtained was serially diluted and poured on Nutrient Agar media. Colonies that grow are grouped by color, and the number of colonies counted. Each bacterial colony was purified on King's B selective media and Yeast Dextrose Calcium Agar (YDCA). Physiological characterization includes gram reaction test, catalase test, fluorescent test, oxidase test, starch hydrolysis test, and arginine activity test. The results showed that the Anjasmoro variety had a higher bacterial population than other varieties. The bacteria identified from the three seed varieties were Pseudomonas sp., Pseudomonas glumae, and Xanthomonas sp.

Keywords: physiological characters, Pseudomonas sp., seed quality, Xanthomonas sp.

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max* L.) merupakan tanaman pangan penting selain padi dan jagung. Kebutuhan kedelai dalam

negeri mencapai 2,5 juta ton per tahun, tetapi produksi kedelai yang dapat memenuhi kebutuhan produksi dalam negeri hanya 30% (BPS 2016). Sebanyak 67,28% (1,96 juta ton) kebutuhan kedelai

nasional dipenuhi melalui impor (Pusdatin 2015). Hal ini antara lain disebabkan produktivitas kedelai nasional yang relatif rendah ($1,57 \text{ ton ha}^{-1}$) (BPS 2016). Rendahnya produktivitas kedelai nasional antara lain disebabkan oleh penggunaan benih yang kurang bermutu. Selain itu, produktivitas yang rendah juga diakibatkan oleh serangan patogen pada benih kedelai yang dapat menurunkan mutu benih baik untuk konsumsi maupun untuk ditanam kembali (Aruan *et al.* 2018).

Benih unggul dan bermutu tinggi diperlukan sebagai bahan perbanyakan, agar dapat menghasilkan tanaman dengan produktivitas maksimal (Lesilolo *et al.* 2013). Mutu benih terdiri dari mutu genetik, mutu fisiologis, dan mutu fisik (Rahayu 2016). Mutu genetik berkaitan dengan identitas genetik yang murni, dan jika ditanam menghasilkan pertanaman yang sama sesuai dengan yang dideskripsikan oleh pemulianya (Lesilolo *et al.* 2013). Mutu fisiologis ditentukan oleh viabilitas benih, sehingga dapat menghasilkan tanaman yang normal. Mutu fisik berhubungan dengan kondisi bernas, ukuran homogen, tidak tercampur dengan bahan lain, dan bebas dari serangan hama dan penyakit (Rahayu 2016). Berdasarkan ketiga mutu tersebut yang paling penting adalah mutu fisiologis berupa viabilitas benih. Menurut Ramdan *et al.* (2020a) bahwa salah satu aspek yang dapat menghambat viabilitas benih yaitu adanya patogen terbawa benih. Kerugian akibat penyakit benih dapat muncul dalam jangka waktu yang pendek, seperti daya kecambah turun, vigor lemah, bibit tanaman muda abnormal hingga mati, dan kerusakan lain pada tahap pertumbuhan hingga panen dan pascapanen. Kerugian jangka panjang terjadi saat benih tersebar ke areal yang luas sehingga menyebabkan benih yang tidak sehat menjadi sumber infeksi baru terutama di areal yang belum pernah terinfeksi penyakit (Rahayu 2016).

Identifikasi patogen terbawa benih kedelai banyak dilaporkan dari kelompok cendawan (Ramdan dan Kulsum 2017;

Pujiarto *et al.* 2018; Soesanto *et al.* 2020; Ramdan *et al.* 2021). Sementara informasi identifikasi bakteri dari kelompok bakteri terbawa benih kedelai relatif masih sedikit. Winarni (2013) telah mengidentifikasi bakteri terbawa kedelai dari genus *Pseudomonas* dengan metode *growing on test* pada media kapas dan kertas saring. . Kemungkinan masih ada peluang untuk mendapatkan genus bakteri lain yang terbawa benih kedelai, bahkan sampai pada tingkatan spesies bakteri dengan metode yang berbeda. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui populasi bakteri terbawa patogen dan mengidentifikasi bakteri terbawa benih kedelai secara morfologi dan fisiologi dengan metode *liquid assay*.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Bakteriologi, Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura, Tapos, Depok pada bulan Agustus sampai September 2021. Benih kedelai yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari tiga varietas, yaitu 1) varietas Anjasmoro yang berasal dari CV Sujinah, Grobogan, Jawa Tengah, 2) varietas Detam 4 dan 3) Dering 1 yang berasal dari Unit Pengembangan Benih Sumber, Balai Penelitian Tanaman Aneka Kacang dan Umbi, Malang.

Deteksi bakteri patogen terbawa benih menggunakan metode *liquid assay*. Sebanyak 1000 butir masing-masing varietas benih dicuci menggunakan larutan NaOCl 1%, kemudian dicuci menggunakan aquades steril. Benih dihancurkan menggunakan *grinder* dan dimasukkan pada aquades steril bervolume $9 \text{ mL} \times$ berat 1000 butir benih, *dishaker* dan diinkubasi selama 2 jam pada suhu ruang.

Ekstrak benih diencerkan melalui pengenceran berseri sampai pengenceran 10^{-3} . Ekstrak benih diambil 0.1 mL dari setiap pengenceran, kemudian dituang pada media *Nutrient Agar* (NA) dengan

metode sebar dengan 3 ulangan. Ekstrak benih diinkubasi selama 2-3 hari pada inkubator dengan suhu 28⁰C. Koloni yang tumbuh kemudian dihitung populasinya menggunakan rumus Ramdan *et al.* (2020b).

$$N = \frac{\Sigma c}{[(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2)] \times (d)}$$

Keterangan:

N= jumlah koloni, dinyatakan dalam CFU/mL

Σc= jumlah koloni pada semua cawan

n₁= jumlah cawan pada pengenceran pertama

n₂= jumlah cawan pada pengenceran kedua

Pemurnian bakteri dilakukan dengan memindahkan koloni tunggal dari hasil isolasi dengan teknik *streak* pada media NA yang baru. Kemudian diinkubasi selama 2 -3 hari pada inkubator dengan suhu 28⁰C. Koloni bakteri hasil pemurnian dipindahkan pada media selektif berupa media King's B dan *Yeast Dextrose Calcium Agar / YDCA* yang selanjutnya akan diidentifikasi secara morfologi dan biokimia. Identifikasi secara morfologi dilakukan dengan pengamatan warna dan bentuk koloni. Sementara identifikasi secara fisiologi dilakukan melalui serangkaian pengujian, yaitu

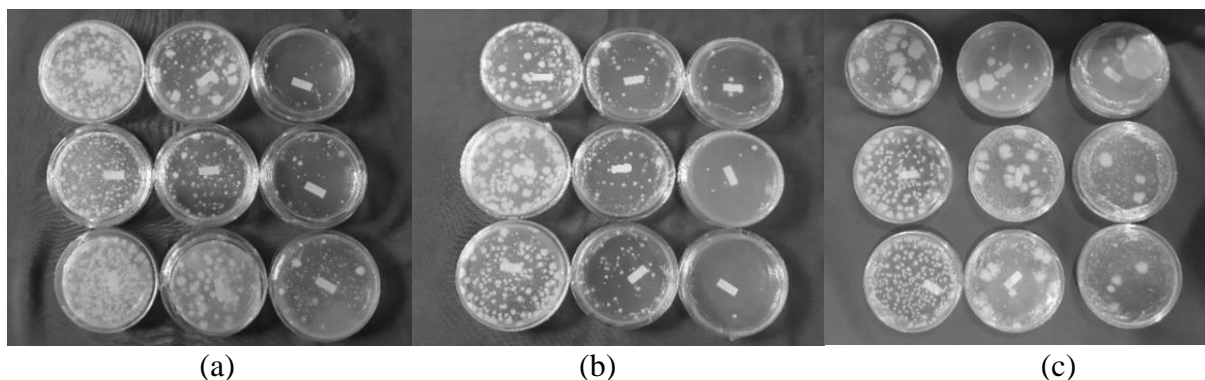
1. Uji reaksi gram dengan KOH 3%, apabila terbentuk lendir maka bakteri bersifat gram negatif, dan sebaliknya.

2. Uji katalase dengan H₂O₂ 3%, apabila terbentuk busa atau gelembung maka bakteri positif memiliki enzim katalase dan sebaliknya
3. Uji fluoresen dengan mengamati pigmen fluoresen bakteri pada media King's B di bawah sinar NUV. Jika berpendar, bakteri positif menghasilkan fluoresen dan sebaliknya.
4. Uji oksidase dengan tetramethyl para diamine dyhydrochloride 1%, apabila terjadi perubahan warna menjadi ungu maka bakteri positif menghasilkan enzim oksidase
5. Uji hidrolisis pati dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada media *starch* dan dituang *lugol's iodine*. Apabila media di sekitar koloni berubah menjadi kekuningan, maka termasuk bakteri positif penghidrolisis pati.
6. Uji aktivitas arginine dihidrolase dengan media arginine, jika media berubah menjadi merah jambu, maka bakteri positif memiliki aktivitas *arginine dihidrolase*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Bakteri Terbawa Benih Kedelai

Hasil isolasi bakteri dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Hasil isolasi bakteri menggunakan nutrient agar (NA) pada varietas (a) Anjasmoro, (b) Detam 4, dan (c) Dering 1

Terdapat dua morfospesies berdasarkan warna koloni yang terdiri atas bakteri berwarna kuning (BK) dan bakteri berwarna putih (BP). Berdasarkan perhitungan jumlah populasi total, isolat BP

mempunyai jumlah populasi yang lebih tinggi dibandingkan isolat BK pada semua jenis varietas kedelai dengan jumlah populasi berkisar antara 1.4×10^4 sampai 7.5×10^4 CFU/mL (Tabel 1).

Tabel 1. Jumlah populasi total bakteri pada tiap varietas benih kedelai

Varietas benih kedelai	BK (CFU /mL)	BP (CFU /mL)
Anjasmoro	7.5×10^3	7.5×10^4
Detam 4	4.4×10^3	1.4×10^4
Dering 1	5.2×10^3	6.8×10^3

*) CFU/mL = *Colony forming unit* / mL

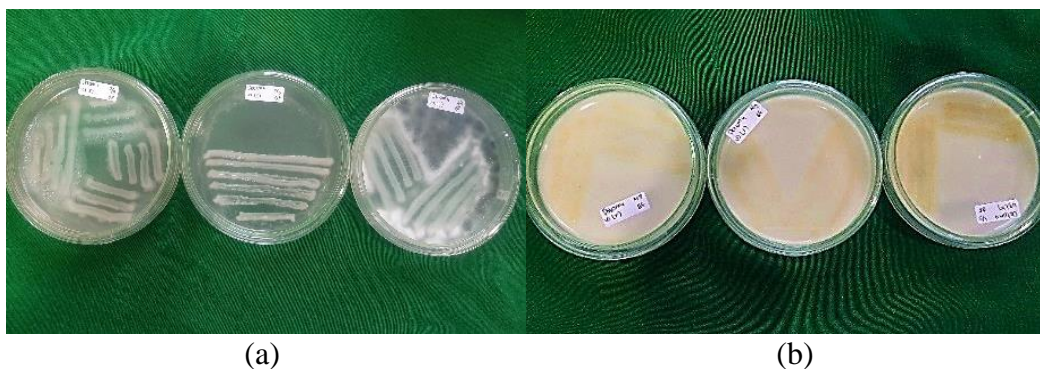
Benih varietas Anjasmoro merupakan varietas yang paling banyak populasi bakterinya, baik isolat BP maupun BK dibandingkan varietas lain, dengan jumlah populasi secara berturut-turut 7.5×10^4 CFU/mL dan 7.5×10^3 CFU/mL. Sementara itu, benih Detam 4 merupakan varietas kedelai dengan populasi bakteri yang paling rendah dibandingkan varietas lain dengan jumlah populasi BP sebanyak 1.4×10^4 CFU/mL dan populasi BK sebanyak 4.4×10^3 CFU/mL.

Banyaknya populasi bakteri terbawa benih kedelai varietas Anjasmoro diduga karena telah tersimpan lama di ruang penyimpanan. Waktu penyimpanan yang lebih lama dibandingkan dengan benih varietas lain diduga menjadikan akumulasi bakteri yang lebih banyak di dalam benih. Selain itu, kondisi penyimpanan yang lembab dapat mempercepat benih terinfeksi

bakteri maupun cendawan (Fachruri *et al.* 2019). Ramdan *et al.* (2020) menambahkan bahwa faktor yang dapat mendukung perkembangan patogen pada benih adalah kondisi fisik dan kadar air pada benih, serta kelembaban di tempat penyimpanan.

Identifikasi Bakteri Terbawa Benih Kedelai secara Fisiologi

Isolat bakteri yang diperoleh dari hasil isolasi kemudian dimurnikan pada media selektif berupa media King's B untuk isolat BP dan media YDC untuk isolat BK. Hasil pemurnian menunjukkan bahwa kedua isolat mampu tumbuh pada masing-masing media selektif (Gambar 2). Oleh karena itu, isolat BP terdeteksi sebagai bakteri kelompok *Pseudomonas* yang ditunjukkan dengan koloni berwarna putih dan isolat BK terdeteksi sebagai bakteri kelompok *Xanthomonas* dengan koloni berwarna kuning.



Gambar 2. Hasil pemurnian bakteri pada (a) media King's B dan (b) media YDCA

Identifikasi dilanjutkan dengan mengkarakterisasi bakteri secara biokimia

untuk menentukan spesies dan bakteri kelompok *Xanthomonas* dan *Pseudomonas*.

Berdasarkan hasil karakterisasi biokimia, bakteri yang teridentifikasi pada benih kedelai varietas Anjasmoro yaitu

Pseudomonas sp. dan *Xanthomonas* sp. (Tabel 2).

Tabel 2. Uji morfologi dan fisiologi bakteri pada benih kedelai varietas Anajsmoro

Kode	Warna	Bentuk	Uji gram	Katalase	Oksidase	Hidrolisis pati	Fluoresen	Arginin	Hasil
BP 1	Putih coklat terang	Bundar, licin, timbul	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(-)	<i>Pseudomonas</i> sp
BP 2			(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	
BP 3			(-)	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	
BK 1	×	×	×	×	×	×	×	×	×
BK 2	Kuning muda-kuning	Bulat kecil, licin, berlendir	(-)	(+)	(-)	(-)	×	×	<i>Xanthomonas</i> sp
BK 3	Kuning keputihan-kuning pucat	Cembun, bulat kecil	(-)	(-)	(+)	(-)	×	×	

Bakteri yang teridentifikasi pada benih kedelai varietas Detam 4 adalah

Pseudomonas glumae, *Pseudomonas* sp., dan *Xanthomonas* sp. (Tabel 3).

Tabel 3. Uji morfologi dan fisiologi bakteri pada benih kedelai varietas Detam 4

Kode	Warna	Morfologi	Uji Gram	Katalase	Oksidase	Hidrolisis Pati	Fluoresen	Arginin	Hasil
BP 4	Putih ke abu-abuan	Bulat, licin, timbul	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Pseudomonas glumae</i>
BP 5	Putih ke abu-abuan	Bundar, licin, timbul, lengket	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Pseudomonas</i> sp
BP 6		Bulat, licin, timbul	(-)	(+)	(+)	(-)	(-)	(+)	
BK 4	Kuning muda-kuning	Licin, cembung	(-)	(+)	(-)	(-)	×	×	<i>Xanthomonas</i> sp
BK 5		Licin, cembung, berlendir	(-)	(+)	(+)	(-)	×	×	
BK 6		Licin, cembung	(-)	(+)	(-)	(-)	×	×	

Pada Tabel 4 terlihat bahwa bakteri yang teridentifikasi pada benih kedelai

varietas Dering 1 adalah bakteri *Pseudomonas* sp. dan *Xanthomonas* sp.

Tabel 4. Uji morfologi dan fisiologi bakteri pada benih kedelai varietas Dering 1

Kode	Warna	Morfologi	Uji Gram	Katalase	Oksidase	Hidrolisis Pati	Fluoresen	Arginin	Hasil
BP 7	Putih keabu-abuan	Bundar, licin, timbul	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	<i>Pseudomonas</i> sp
BP 8	Putih coklat terang	Bundar, licin, timbul, lengket	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	
BP 9	Putih keabu-abuan	Bundar, licin, timbul, lengket	(-)	(+)	(-)	(-)	(-)	(-)	
BK 7	Kuning muda-kuning	Bulat kecil, lengket, berlendir	(-)	(+)	(-)	(-)	×	X	<i>Xanthomonas</i> sp
BK 8		Cembung, bulat kecil, berlendir	(-)	(+)	(-)	(-)	×	X	
BK 9		Cembung, bulat kecil	(-)	(+)	(+)	(-)	×	X	

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada kedelai varietas Anjasmoro, Detam 4, dan Dering 1 ditemukan bakteri *Pseudomonas* sp, *Xanthomonas* sp, dan *Pseudomonas glumae* (Tabel 4, Tabel 5, Tabel 6). Hal tersebut sesuai dengan yang

dikemukakan oleh Winarni (2013) bahwa bakteri yang menyerang benih tanaman pangan salah satunya kedelai yaitu *Bacillus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Xanthomonas* sp, sedangkan Rahayu (2016) menyatakan bahwa bakteri terbawa benih yang penting

pada kedelai adalah *Pseudomonas syringae*, dan *Xanthomonas axonopodis*. Beberapa spesies dari kelompok *Pseudomonas* yang dilaporkan dapat menginfeksi benih yaitu *P. savastanoi*, *P. syringae*, *P. corrugate* (Setiawan *et al.* 2021). Winarni (2013) mengatakan bahwa serangan bakteri *Pseudomonas syringae* pv. *Glycine* pada benih kedelai di Amerika Serikat dapat menghambat perkecambahan hingga 68%. Pengamatan morfologi koloni dilakukan terhadap bentuk dan juga warna koloni. Koloni kedelai berbentuk bundar cembung dengan warna koloni putih keabu-abuan dan putih coklat terang (cream) pada bakteri *Pseudomonas*, sedangkan warna koloni untuk bakteri *Xanthomonas* sp berwarna kuning muda-kuning. Menurut Winarni (2013) genus *Pseudomonas* sp memiliki beberapa ciri morfologi, yaitu koloni berbentuk bulat berwarna putih-krem kekuningan. Uji gram isolat yang terisolasi pada bakteri *Pseudomonas* sp menunjukkan reaksi yang negatif, sedangkan ciri morfologi genus *Xanthomonas* sp berbentuk bulat cembung dengan warna kuning putih sampai kuning tua (Yukti2009). Pada kedelai varietas Detam 4 didapatkan hasil berupa bakteri *Pseudomonas glumae* yang berbentuk bulat timbul berwarna putih keabu-abuan. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan (Yukti 2009) bahwa ciri morfologi bakteri *Pseudomonas glumae* berbentuk bulat licin timbul berwarna putih keabu-abuan dengan uji fluoresen, oksidase dan arginin negatif.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini bahwa dari ketiga varietas benih kedelai yang diuji, benih kedelai varietas Anjasmoro merupakan varietas yang memiliki jumlah populasi bakteri terbesar yaitu 7.5×10^3 sampai 7.5×10^4 CFU/mL. Bakteri terbawa benih kedelai yang berhasil diidentifikasi adalah *Pseudomonas* sp., *Pseudomonas glumae*, dan *Xanthomonas* sp.

Berdasarkan temuan tersebut maka, penelitian ini telah melengkapi inventarisasi bakteri terbawa benih kedelai yang sudah dilaporkan sebelumnya, sehingga ke depan perlu dikaji upaya eliminasi bakteri terbawa benih kedelai tersebut.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Nandy Mardiansyah dan Sri Rahayu Puji Lestari yang telah mendampingi selama penelitian di Laboratorium Bakteri, Balai Besar Pengembangan Pengujian Mutu Benih Tanaman Pangan dan Hortikultura.

DAFTAR PUSTAKA

- Aruan RB, Nyana IDN, Siadi IK, Raka IGN. 2018. Toleransi pendugaan prosesing terhadap mutu fisik dan mutu fisiologis benih kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *E-jurnal Agroteknologi Tropika*. 7(2):264-274.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2016. Produktivitas kedelai menurut provinsi (kuintal/ha), 1993–2015. <http://www.bps.go.id>. [27 September 2021].
- Fachruri M, Muhidong J, Sapsal MT. 2019. Analisis pengaruh suhu dan kelembaban ruang terhadap kadar air benih padi di gudang penyimpanan PT Sang Hyang Seri. *Jurnal Agrotechno*. 12(2):131-137.
- Lesilolo MK, Riry J, Matatula EA. 2013. Pengujian viabilitas dan vigor benih beberapa jenis tanaman yang berbeda di pasaran Kota Ambon. *Jurnal Agrologia*. 2:1-9.
- Pujiarto D, Soekarno BPW, dan Maddu A. 2018. Deteksi cepat *Fusarium* sp. pada benih kedelai menggunakan metode spektroskopi fluoresens. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14:97-103.

- [Pusdatin] Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian. 2015. Outlook komoditas pertanian subsektor tanaman pangan: kedelai. <http://epublikasi.setjen.pertanian.go.id/arsip-outlook/81-outlook-tanaman-pangan>. [27 September 2021].
- Rahayu M. 2016. Patologi dan teknis pengujian kesehatan benih tanaman aneka kacang. *Buletin Palawija*. 14:78-88.
- Ramdan EP, Kalsum U. 2017. Inventarisasi cendawan terbawa benih padi, kedelai, dan cabai. *Jurnal Pertanian Presisi*. 1(1):48-58.
- Ramdan EP, Arti IM, Risnawati. 2020a. Evaluasi viabilitas dan patogen terbawa benih jagung pada perlakuan fisik dan kimia. *Jurnal Berkala Penelitian Agronomi*. 8:16–24.
- Ramdan EP, Perkasa AY, Munif A, Astuti D, Hanif A, Wati C, Afriani A, Nurholis. 2020b. Abundance of soil microbial communities and plant growth in agroecosystems and forest ecosystems. *Eurasian Journal of Forest Science*. 8(2):123-128.
- Ramdan EP, Perkasa AY, Azmi TKK, Aisyah, Kurniasih R, Kanny PI, Risnawati, Asnur P. 2021. Effects of physical and chemical treatments on seed germination and soybean seed-borne fungi. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 88(3):1-6
- Setiawan RB, Indarwati, Fajarfika R, Asril M, Jumawati R, Purwaningsih, Joeniarti E, Ramdan EP, Arsi. 2021. *Teknologi Produksi Benih*. Yayasan Kita Menulis. Medan.
- Soesanto L, Hartono ARR, Mugiastuti E, Widarta. 2020. Seed-borne pathogenic fungi on some soybean varieties. *Biodiversitas*. 21(9):4010-4015.
- Winarni I. 2013. Isolasi dan karakterisasi bakteri patogen pada benih padi dan kedelai. *Jurnal Matematika, Sains, dan Teknologi*. 14:135-141.
- Yukti AM. 2009. Efektivitas *matriconditioning* plus agen hayati dalam pengendalian patogen terbawa benih, peningkatan vigor dan hasil padi [Tesis]. Bogor [ID]. Institut Pertanian Bogor.