

Perlakuan Panas Kering dan Ekstrak Rimpang Lengkuas terhadap Benih Kedelai Terinfeksi *Xanthomonas axonopodis*

Dry Heat Treatment and Galangal Rhizome Extract on Soybean Seeds Infected with *Xanthomonas axonopodis*

Qonitah Fauziah, Evan Purnama Ramdan*, Risnawati, Fitri Yulianti

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma,
Jalan Margonda Raya 100, Pondok Cina, Beji, Depok, 16424

(diterima Oktober 2023, disetujui Januari 2024)

ABSTRAK

Kedelai (*Glycine max*) adalah salah satu sumber protein nabati yang kebutuhannya terus meningkat. Salah satu kendala utama pada budi daya kedelai ialah penyakit tular benih membusul oleh bakteri *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycine*. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi perlakuan panas kering dan ekstrak rimpang lengkuas terhadap penekanan populasi *X. axonopodis* pv. *glycine* dan vigor benih kedelai yang terinfeksi bakteri. Penelitian disusun dalam rancangan acak lengkap. Percobaan pertama ialah perlakuan panas kering pada suhu 45 °C dengan waktu pemanasan 6, 12, dan 24 jam, serta kontrol tanpa pemanasan. Percobaan kedua ialah perendaman biji selama satu jam di dalam ekstrak rimpang lengkuas dengan konsentrasi 25%, 20%, dan 15%, serta kontrol (air). Peubah yang diamati ialah jumlah populasi bakteri, daya kecambah, vigor, dan viabilitas benih. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan panas dan ekstrak rimpang lengkuas berpengaruh nyata terhadap penurunan populasi *X. axonopodis* terbawa benih kedelai. Perlakuan benih kedelai dengan panas kering selama 24 jam menyebabkan benih bebas dari *X. axonopodis*, tetapi perkecambahan dan vigor benih mengalami penurunan. Sementara perlakuan benih dengan ekstrak rimpang lengkuas 25% menyebabkan populasi *X. axonopodis* menurun hingga 7.0×10^2 cfu mL⁻¹, dengan tidak memengaruhi vigor dan viabilitas kedelai. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa perlakuan panas kering memiliki potensi lebih baik dibandingkan dengan ekstrak rimpang lengkuas dalam mengeliminasi *X. axonopodis* dalam benih kedelai. Namun, karena perlakuan panas memiliki dampak negatif terhadap perkecambahan benih maka perlu dicari suhu dan waktu pemanasan yang optimal untuk menekan populasi *X. axonopodis* tanpa mengurangi viabilitas benih.

Kata kunci: bakteri patogen, bakteri terbawa benih, kesehatan benih, viabilitas benih

ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is one of the sources of vegetable protein whose demand continues to increase. One of the main obstacles in soybean cultivation is the bacterial pustule seed-borne disease caused by *Xanthomonas axonopodis* pv. *glycine*. This study aimed to evaluate dry heat treatment and galangal rhizome extract on the suppression of *X. axonopodis* pv. *glycine* population and vigor of soybean seeds infected with the bacteria. The study was arranged in a completely randomized design. The first experiment was dry heat treatment at 45 °C with heating times of 6, 12, and 24 hours, and

*Alamat penulis korespondensi: Program Studi Agroteknologi, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Gunadarma, Jalan Margonda Raya 100, Pondok Cina, Beji, Depok, 16424.
Surel: evan_ramdan@staff.gunadarma.ac.id.

control without heating. The second experiment was soaking the seeds for one hour in galangal rhizome extract with concentrations of 25%, 20%, and 15%, and the control (water). The variables observed were bacterial population, germination, vigor, and viability of the seeds. The results showed that heat treatment and galangal rhizome extract had a significant effect on reducing the population of *X. axonopodis* carried by soybean seeds. Treatment of soybean seeds with dry heat for 24 hours caused the seeds to be free of *X. axonopodis*, but seed germination and vigor decreased. While seed treatment with 25% galangal rhizome extract caused the *X. axonopodis* population to decrease to 7.0×10^2 cfu mL⁻¹, while not affecting soybean vigor and viability. The results indicate that dry heat treatment has better potential than galangal rhizome extract in eliminating *X. axonopodis* in soybean seeds. However, because heat treatment has a negative impact on seed germination, it is necessary to find the optimal heating temperature and time to suppress *X. axonopodis* populations without reducing seed viability.

Keywords: pathogenic bacteria, seed-borne bacteria, seed health, seed viability

PENDAHULUAN

Kedelai (*Glycine max*) adalah salah satu sumber protein nabati dan dapat digunakan sebagai bahan baku industri pangan (Krisnawati 2017). Konsumsi kedelai nasional sebesar 3 224 888 ton pada tahun 2020, kemudian mengalami peningkatan 0.95% pada tahun 2021 (PUSDATIN 2021). Pada tahun 2019 produksi kedelai nasional di Indonesia mencapai 14.87 kuintal ha⁻¹ dan produksinya sedikit meningkat pada tahun 2020 yaitu 14.94 kuintal ha⁻¹ padahal target produksinya adalah 16.58 kuintal ha⁻¹ (BPS 2021). Salah satu faktor penyebab rendahnya produktivitas kedelai ialah penggunaan benih yang kurang bermutu dan berkembangnya penyakit yang disebabkan oleh patogen terbawa benih.

Salah satu patogen terbawa benih kedelai ialah *Pseudomonas syringae* dan *Xanthomonas axonopodis* (Fauziyah *et al.* 2022; Dutta *et al.* 2014). *P. syringae* menyebabkan penyakit hawar bakteri, sedangkan *X. axonopodis* menyebabkan penyakit pustul (Ramdan *et al.* 2021). *P. syringae* dapat menghambat perkecambahan hingga 68% (Fauziyah *et al.* 2022), menyebabkan kerugian antara 11–20% karena tingkat penyebarannya yang cepat dan dapat menginfeksi benih (Nurdika dan Nurcahyanti 2019), sedangkan *X. axonopodis* dapat menyebabkan turunnya produktivitas kedelai hingga 57.61% (Rumbiak *et al.* 2018), serta penyebaran bakteri melalui benih bisa mencapai 8% (Habazar *et al.* 2012).

Pengendalian patogen terbawa benih dapat dilakukan dengan mengatur suhu dan kelembaban dalam penyimpanan benih (Ramdan *et al.* 2022) serta perlakuan benih dengan fisik dan kimiawi sebelum ditanam. Pengendalian secara fisik dapat dilakukan dengan perlakuan panas kering (*dry heat treatment*) (Situmeang *et al.* 2014). Pengendalian secara kimiawi dengan ekstrak lengkuas dilaporkan dapat menekan perkembangan patogen tular benih, karena lengkuas mengandung minyak atsiri yang bersifat antibakteri dan antifungi (Yulia *et al.* 2015; Sari *et al.* 2020). Selain itu, ekstrak rimpang lengkuas dapat menekan penyakit hawar daun bakteri yang disebabkan oleh *X. oryzae* pada padi skala *in vivo* (Laraswati *et al.* 2021). Tujuan penelitian ialah menentukan keefektifan perlakuan panas kering pada suhu 45 °C atau ekstrak rimpang lengkuas pada benih kedelai yang diinokulasi oleh *X. axonopodis*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Agroteknologi Menengah, Kampus F7 Universitas Gunadarma, Kelapa Dua Wetan, Ciracas, DKI Jakarta pada bulan Februari-Juli 2022. Benih kedelai varietas Grobogan diperoleh dari Unit Pengelola Benih Sumber (UPBS) Balai Penelitian Kacang-kacangan dan Umbi-umbian (Balitkabi). Bakteri *X. axonopodis* merupakan koleksi Laboratorium Agroteknologi Menengah yang diisolasi dari benih kedelai (Fauziyah *et al.* 2022).

Penelitian ini terdiri atas 2 percobaan, masing-masing disusun dalam rancangan acak lengkap satu faktor dengan 4 taraf dan diulang sebanyak 3 kali, sehingga terdapat 12 unit percobaan. Percobaan pertama ialah perlakuan panas kering menggunakan oven pada suhu 45 °C yang terdiri atas 4 taraf waktu, yaitu kontrol tanpa perlakuan panas, serta perlakuan panas selama 6, 12, dan 24 jam. Percobaan kedua ialah perlakuan ekstrak rimpang lengkuas dengan merendam benih di dalam ekstrak rimpang lengkuas selama satu jam dengan 4 taraf konsentrasi, yaitu kontrol berupa air, 25%, 20%, dan 15%.

Inokulasi Benih dengan *Xanthomonas axonopodis*

Bakteri *X. axonopodis* diremajakan pada medium agar-agar nutrisi (AN); selanjutnya perbanyakkan bakteri dilakukan pada medium nutrisi cair (NC). Sebanyak 1 koloni tunggal bakteri dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer yang berisi 1 L NC dan digoyang selama 24 jam sebagai sumber inokulan. Kerapatan suspensi sel bakteri yang digunakan ialah 1.4×10^3 cfu mL⁻¹. Sebanyak 350 butir benih kedelai direndam dalam suspensi *X. axonopodis* selama 30 menit lalu dikeringanginkan (Nikko *et al.* 2023).

Ekstrak Rimpang Lengkuas

Rimpang lengkuas yang digunakan ialah lengkuas merah (*Alpinia purpurata*) yang diperoleh dari Pasar PAL, Cimanggis, Depok. Rimpang lengkuas dicuci, dikupas, lalu dipotong kecil berukuran ±2 cm. Sebanyak 500 g lengkuas direbus hingga mendidih dalam 500 mL akuades steril untuk mendapatkan konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas 100%. Ekstrak disaring menggunakan saringan aluminium dan diencerkan untuk mendapatkan konsentrasi larutan ekstrak lengkuas 25%, 20%, dan 15% dengan rumus:

$$\text{Konsentrasi ekstrak} = \frac{e}{e + a} \times 100\%, \text{ dengan}$$

e, volume ekstrak hasil ekstraksi (mL); a, volume akuades yang ditambahkan (mL), dan (e + a), volume total antara ekstrak yang sudah ditambah akuades.

Perlakuan Benih

Benih kedelai yang telah diinokulasi patogen bakteri *X. axonopodis* diberi perlakuan panas kering maupun ekstrak rimpang lengkuas. Masing-masing taraf perlakuan diujikan pada 100 benih kedelai. Perlakuan panas diaplikasikan menggunakan oven kering pada suhu 45 °C sesuai dengan taraf perlakuan, yaitu waktu pemanasan, sedangkan perlakuan ekstrak rimpang lengkuas dilakukan dengan merendam benih kedelai dalam larutan ekstrak rimpang lengkuas sesuai taraf perlakuan, yaitu konsentrasi. Benih yang telah diberi perlakuan diamati populasi bakterinya dan ditanam untuk diukur daya kecambahnya.

Pengamatan

Peubah yang diamati ialah populasi bakteri, daya kecambah, vigor, viabilitas benih, tinggi tajuk, panjang akar, dan jumlah daun. Populasi *X. axonopodis* pada benih dihitung dengan mengekstrak bakteri dari benih menggunakan metode *liquid assay* (Fauziyah *et al.* 2022). Benih yang telah diberikan perlakuan panas kering atau ekstrak lengkuas masing-masing ditimbang bobotnya dan ditambahi 110 mL akuades steril dan dihaluskan. Suspensi benih kedelai kemudian diencerkan secara berseri sampai pengenceran 10⁻⁴. Masing-masing sebanyak 0.1 mL suspensi benih kedelai dari pengenceran 10⁻³ dan 10⁻⁴ dibiakkan pada medium AN dengan metode sebar dan diinkubasi selama 2 hari.

Perhitungan populasi bakteri dapat dihitung menggunakan rumus (Nikko *et al.* 2023):

$$N = \frac{\sum c}{[(1 \times n_1) + (0.1 \times n_2)] \times d_2}, \text{ dengan}$$

N, jumlah koloni bakteri; $\sum c$, jumlah semua koloni dihitung dicawan; n₁, jumlah cawan pada pengenceran pertama; n₂, jumlah cawan pada pengenceran kedua dan d₂, pengenceran pertama.

Pengamatan uji viabilitas benih menggunakan metode *blotter test* dengan menumbuhkan 25 benih kedelai dari masing-masing taraf perlakuan. Setiap taraf perlakuan diulang sebanyak tiga kali. Perhitungan daya berkecambah (DB) dan viabilitas benih

diamati pada hari ke-5 dan ke-14 setelah tanam. Kemudian pada hari ke-7 setelah tanam benih diamati kecambah normal dan abnormal. DB dan viabilitas benih dihitung dengan rumus (Lestari *et al.* 2020).

$$DB (\%) = \frac{\Sigma KN I + \Sigma KN II}{\Sigma \text{benih yang ditanam}} \times 100\%, \text{ dengan}$$

DB, daya berkecambah; $\Sigma KN I$, kecambah normal pengamatan ke-1 (5 hari setelah tanam); $\Sigma KN II$, kecambah normal pengamatan ke-2 (14 hari setelah tanam).

$$\text{Viabilitas benih} = \frac{\Sigma \text{kecambah pada 14 HST}}{\Sigma \text{benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Indeks vigor dihitung dengan rumus (ISTA 2006):

$$\text{Indeks vigor} = \frac{\Sigma KN I}{\Sigma \text{benih yang ditanam}} \times 100\%$$

Sebanyak 25 benih dari setiap perlakuan ditanaman menggunakan metode *growing on test* pada medium tanah steril dalam baki semai berdimensi 22 cm × 17.5 cm × 3.5 cm. Setelah berumur 14 hari setelah tanam dilakukan pengamatan tinggi tajuk, panjang akar, dan jumlah daun. Tinggi bibit diukur dari pangkal batang di atas permukaan tanah hingga ke ujung daun termuda. Panjang akar diukur dari pangkal batang sampai ujung akar. Sementara jumlah daun dihitung dari daun tertua sampai daun termuda yang telah terbentuk sempurna.

Analisis Data

Data yang diperoleh diuji menggunakan analisis ragam dengan perangkat lunak SAS 9.1. Data yang menunjukkan adanya perbedaan nyata, dilanjutkan dengan uji Tukey pada taraf 5%.

HASIL

Populasi *Xanthomonas axonopodis* pada Benih Kedelai

Perlakuan panas kering suhu 45°C selama 12 jam dan 24 jam berpengaruh nyata terhadap populasi *X. axonopodis* dalam benih kedelai. Perlakuan panas kering selama 12 jam dapat menurunkan populasi *X. axonopodis* dari 1.9×10^3 menjadi 4.4×10^2 cfu mL⁻¹. Sementara itu, perlakuan panas kering selama 24 jam dapat mematikan patogen dalam benih yang ditunjukkan dengan tidak ditemukannya populasi *X. axonopodis*. Perlakuan ekstrak rimpang lengkuas pada konsentrasi 20% dan 25% tidak berpengaruh nyata terhadap populasi *X. axonopodis*, meski populasinya menurun dari 1.9×10^3 menjadi 2.0×10^3 dan 7.0×10^2 cfu mL⁻¹. Sementara pada konsentrasi 15%, perlakuan ekstrak rimpang lengkuas berpengaruh nyata meningkatkan populasi *X. axonopodis* dari 1.9×10^3 menjadi 1.5×10^4 cfu mL⁻¹ (Tabel 1).

Pertumbuhan Benih Kedelai

Perlakuan panas kering maupun ekstrak rimpang lengkuas tidak berpengaruh nyata

Tabel 1 Perlakuan panas kering 45 °C dan ekstrak rimpang lengkuas terhadap populasi bakteri *Xanthomonas axonopodis* pada benih kedelai

Perlakuan	Populasi bakteri (cfu mL ⁻¹)
Panas kering (jam)	
Kontrol	1.9×10^3 a
6	6.1×10^3 a
12	4.4×10^2 b
24	0 c
Ekstrak rimpang lengkuas (%)	
Kontrol	1.9×10^3 b
15	1.5×10^4 a
20	2.0×10^3 b
25	7.0×10^2 b

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada uji Tukey 5%.

terhadap indeks vigor, viabilitas, dan daya berkecambah benih (Tabel 2). Meskipun pada perlakuan panas kering menunjukkan pola semakin lama perlakuan dilakukan maka indeks vigor, viabilitas, dan daya kecambah benih semakin menurun. Sementara pada perlakuan ekstrak rimpang lengkuas menunjukkan pola sebaliknya. Pada pengamatan hari ke-5 setelah peletakan benih menunjukkan bahwa pertumbuhan benih kedelai pada kertas lembap beragam (Gambar 1). Pada umumnya, benih kedelai berkecambah normal, namun sebanyak 10% benih mati pada perlakuan panas kering dan 9.67% ekstrak rimpang lengkuas; serta 12.67% berkecambah abnormal pada perlakuan panas kering dan 11.33% pada perlakuan ekstrak rimpang lengkuas. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak rimpang lengkuas dapat memengaruhi perkecambahan benih kedelai lebih baik dibandingkan dengan perlakuan panas kering.

Pertumbuhan Bibit Kedelai

Bibit kedelai yang diberi perlakuan panas kering menunjukkan pengaruh nyata terhadap tinggi tajuk, panjang akar, dan jumlah daun pada persemaian. Respon pertumbuhan kedelai paling baik ditunjukkan oleh perlakuan panas kering selama 6 jam, dengan tinggi tajuk sebesar 3.28 cm, panjang akar sebesar 3.55 cm, dan jumlah daun sebanyak 4.24 helai. Meskipun pada tinggi tajuk dan jumlah helai daun tidak berbeda nyata dengan kontrol, perlakuan panas kering menunjukkan bahwa semakin lama benih diberikan perlakuan, peubah pertumbuhan bibit kedelai semakin menurun. Sementara perlakuan ekstrak rimpang lengkuas tidak nyata berpengaruh pada tinggi tajuk, panjang akar, dan jumlah daun di persemaian dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3).

Tabel 2 Perlakuan panas kering 45 °C dan ekstrak rimpang lengkuas terhadap indeks vigor, viabilitas, dan daya kecambah

Perlakuan	Indeks vigor (%)	Viabilitas (%)	Daya kecambah (%)
Panas kering (jam)			
Kontrol	90.67	93.33	86.67
6	73.33	80.00	73.33
12	69.33	72.00	69.33
24	69.33	78.67	72.00
Ekstrak rimpang lengkuas (%)			
Kontrol	73.33	76.00	73.33
25	66.67	76.00	72.00
20	80.00	90.67	84.00
15	82.67	85.33	77.33

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada uji Tukey 5%.



Gambar 1 Pertumbuhan benih kedelai pada 7 hari setelah inokulasi suspensi *Xanthomonas axonopodis*. a, Benih tidak tumbuh; b, Benih abnormal; dan c, Benih normal.

Tabel 3 Perlakuan panas kering 45 °C dan ekstrak rimpang lengkuas terhadap tinggi tajuk, panjang akar, dan jumlah helai.

Perlakuan	Tinggi tajuk (cm)	Panjang akar (cm)	Jumlah helai
Panas kering (jam)			
Kontrol	2.70a	2.54b	3.03ab
6	3.28a	3.55a	4.24a
12	2.52ab	2.71b	2.88ab
24	1.75b	1.79c	1.43b
Ekstrak rimpang lengkuas (%)			
Kontrol	2.67	2.78	2.68
25	3.21	2.79	2.55
20	2.71	2.74	2.97
15	2.84	2.78	3.69

Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata pada uji Tukey 5%.

PEMBAHASAN

Bakteri *X. axonopodis* adalah salah satu bakteri terbawa benih penting pada kedelai. Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan panas kering 45 °C dapat memengaruhi populasi *X. axonopodis*. Semakin lama waktu aplikasi pemanasan maka semakin sedikit populasi bakteri. Hal ini diduga bahwa beberapa penyakit akibat bakteri dan virus yang ditularkan melalui benih dapat dieliminasi menggunakan perlakuan panas (Kurniasih *et al.* 2021). Patogen dapat semakin terhambat pertumbuhannya jika lamanya waktu pemanasan yang diberikan semakin lama (Cristin *et al.* 2013). Syahputra dan Hadi (2012) melaporkan perlakuan panas 45, 50, dan 55 °C menurunkan jumlah benih yang terinfeksi patogen.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa sediaan sederhana ekstrak rimpang lengkuas memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai bakterisida nabati. Lengkuas diketahui dapat menghambat mikrob patogen karena mengandung saponin dan *asetoxichavikol*, selain itu ekstrak rimpang lengkuas dapat berpotensi sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan mikrob patogen (Suaib *et al.* 2016). Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka semakin sedikit kemunculan bakteri pada benih kedelai dan semakin efektif juga dalam menghambat keaktifannya (Laraswati *et al.* 2021). Ekstrak rimpang

lengkuas efektif dalam menekan pertumbuhan sampai 0% pada cendawan dan bakteri dengan konsentrasi 90% dan 100% (Yulia *et al.* 2015). Hal ini dikarenakan lengkuas mengandung senyawa metabolit sekunder seperti alkaloid, flavonoid, saponin, dan tritepen yang dapat memberikan efek antibakteri baik bakteri gram positif maupun negatif (Fitoni *et al.* 2013).

Benih dengan viabilitas lebih dari 90% ialah benih yang berkualitas tinggi dan mampu tumbuh normal pada kondisi suboptimum dan dapat berproduksi secara maksimal. Pada penelitian ini hanya perlakuan tanpa pemanasan dan ekstrak rimpang lengkuas konsentrasi 20% yang viabilitasnya lebih dari 90%. Membran benih kedelai dapat rusak jika proses pengeringannya berlangsung terlalu cepat (Surki *et al.* 2010). Jika membran benih mengalami kerusakan, dapat mengakibatkan vigor benih menjadi turun karena keluarnya larutan elektrolit (Rofiq *et al.* 2013). Daya berkecambah benih kedelai varietas Wilis tetap tinggi sampai 4 bulan penyimpanan setelah dikeringkan pada suhu 32, 35 dan 45 °C (Shaumiyah *et al.* 2014). Benih kedelai yang diberi perlakuan panas dengan suhu di atas 60 °C dapat merusak kandungan protein dan vitamin yang terdapat di dalam benih karena terjadinya proses *heat shock proteins* (HSPs) (Syahputra dan Hadi 2012).

Perendaman benih merupakan salah satu cara untuk melakukan invigorasi. Invigorasi benih dalam zat pengatur tumbuh (ZPT) alami

berpotensi meningkatkan daya tumbuh dan memicu perkecambahan benih (Rusmin *et al.* 2020). Lengkuas mengandung flavonoid yang fungsinya sebagai salah satu ZPT alami dan pengatur proses fotosintesis (Lallo *et al.* 2019). Benih kedelai yang diberi perlakuan ekstrak air rimpang lengkuas membuat benih berkecambah sebesar 100% setelah diinkubasi selama 3 hari (Yulia *et al.* 2015).

Hasil penelitian Situmeang *et al.* (2014) menunjukkan bahwa perlakuan pemanasan dengan suhu 45 °C benih kedelai masih dapat tumbuh pada persemaian *growign on test*. Ramdan *et al.* (2021) menyatakan bahwa perlakuan fisik dengan panas kering tidak memengaruhi viabilitas benih kedelai dan tidak mengganggu proses fisiologis tanaman.

Perendaman benih menjadikan tanaman tumbuh lebih cepat karena memicu respirasi pada benih (Putra *et al.* 2012). Perlakuan benih menggunakan ekstrak air rimpang lengkuas memungkinkan mencegah infeksi benih dan juga mampu menstimulasi pertumbuhan tanaman (Yulia *et al.* 2015). Pada tanaman di persemaian belum menunjukkan gejala, gejala penyakit mulai muncul saat tanaman berusia 3 minggu dan setelah itu akan mulai berkembang (Sumartini 2011).

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perlakuan panas kering pada suhu 45 °C selama 12 dan 24 jam memiliki kemampuan menekan populasi *X. axonopodis* dalam benih kedelai. Sementara perlakuan ekstrak rimpang lengkuas belum mampu menekan populasi *X. axonopodis* dalam benih kedelai. Kedua perlakuan tersebut juga belum memberikan pengaruh nyata terhadap vigor dan viabilitas benih kedelai. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lanjut pada suhu dan waktu pemanasan serta konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas yang tepat untuk meningkatkan penekanan pertumbuhan bakteri *X. axonopodis* dan meningkatkan persentase vigor dan viabilitas benih kedelai.

DAFTAR PUSTAKA

Cristin A, Sinaga M, Adnan A. 2013. Keefektifan perlakuan panas kering

dan iradiasi UV-C untuk mematikan cendawan model *Microcyclus ulei*. Jurnal Fitopatologi Indonesia. 9(2): 59–67. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.9.2.59>.

[BPS] Badan Pusat Statistik. 2021. Analisis produktivitas jagung dan kedelai di Indonesia 2020 (Hasil Survei Ubinan). <http://www.bps.go.id> [diakses 9 November 2021].

Dutta B, Gitaitis R, Smith S, Langston Jr D. 2014. Interactions of seedborne bacterial pathogens with host and non-host plants in relation to seed infestation and seedling transmission. Plos One. 9(6):1–13. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0099215>

Fauziyah Q, Ramdan EP, Yukti AM. 2022. Deteksi bakteri patogen terbawa benih kedelai dengan metode *liquid assay*. Jurnal Agronida. 8(1):9–15. DOI: <https://doi.org/10.30997/jag.v8i1.4837>.

Fitoni CN, Asri MT, Hidayat MT. 2013. Pengaruh pemanasan filtrat rimpang kunyit (*Curcuma longa*) terhadap pertumbuhan koloni bakteri coliform secara *in vitro*. LenteraBio. 2(3):217–221.

Habazar T, Resti Z, Yanti Y, Trisno J, Diana A. 2012. Penapisan bakteri endofit akar kedelai secara *in planta* untuk mengendalikan penyakit pustul bakteri. Jurnal Fitopatologi Indonesia. 8(4):103–109. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.8.4.103>

ISTA (*International Seed Testing Association*). 2010. *Seed Science and Technology*. International rules for seed testing. Zurich: International Seed Testing Association.

Krisnawati A. 2017. Soybean as source of functional food. Iptek Tanaman Pangan. 12(1): 57–65.

Kurniasih K, Giyanto G, Sinaga MS, Mutaqin KH, Widajati E. 2021. Pengendalian *Burkholderia glumae* pada benih padi dengan perlakuan panas kering dan minyak cengkeh. Jurnal Fitopatologi Indonesia. 16(3):123–134. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.16.3.123-134>.

Lallo S, Lewerissa AC, Rafi'i A, Usmar U, Ismail I, Tayeb R. 2019. Pengaruh ketinggian tempat tumbuh terhadap

- aktivitas antioksidan dan sitotoksik ekstrak rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* L.). *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. 23(3):118–123. DOI: <https://doi.org/10.20956/mff.v23i3.9406>.
- Laraswati R, Kulsum U, Ramdan EP. 2021. Efikasi ekstrak sirih, rimpang lengkuas dan kunyit terhadap penekanan pertumbuhan *Xanthomonas oryzae*. *Daun: Jurnal Ilmiah Pertanian dan Kehutanan*. 8(1):53–65. DOI: <https://doi.org/10.33084/daun.v8i1.2245>.
- Lestari I, Karno, Sutarno. 2020. Uji viabilitas dan pertumbuhan benih kedelai (*Glycine max*) dengan perlakuan invigoras menggunakan ekstrak bawang merah. *Journal of Agro Complex*. 4(2):116–124.
- Nikko, Ramdan EP, Sugeru H. 2023. Penekanan infeksi *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* pada benih padi: investigasi suhu dan kondisi pengemasan optimal untuk peningkatan pengendalian patogen dan kualitas benih. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 20(2):109–117. DOI: <https://doi.org/10.31849/jip.v20i2.13205>.
- Nurdika AAH, Nurcahyanti SD. 2019. Enkapsulasi benih kedelai menggunakan *pseudomonas fluorescens* dengan bahan pembawa kompos untuk mengendalikan penyakit hawar daun. *Jurnal Bioindustri*. 1(2):229–244. DOI: <https://doi.org/10.31326/jbio.v1i2.254>.
- PUSDATIN. 2021. Outlook Komoditas Pertanian Subsektor Tanaman Pangan Kedelai. Jakarta (ID): Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Putra D, Rabaniyah R, Nasrullah. 2012. Pengaruh suhu dan lama perendaman benih terhadap perkecambahan dan pertumbuhan awal bibit kopi arabika (*Coffea arabica* (LENN)). *Vegetalika*. 1(3):1–10.
- Ramdan EP, Kanny PI, Pribadi EM, Budiman B. 2022. Peranan suhu dan kelembaban selama penyimpanan benih kedelai terhadap daya kecambah dan infeksi patogen tular benih. *Jurnal Agrotek Tropika*. 10(3):389–294. DOI: <https://doi.org/10.23960/jat.v10i3.5136>.
- Ramdan EP, Perkasa AY, Azmi TKK, Aisyah A, Kurniasih R., Kanny PI, Risnawati R, Asnur P. 2021. Effects of physical and chemical treatments on seed germination and soybean seed-borne fungi. Di dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 883(1):1–6. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/883/1/012022>.
- Rofiq M, Suhartanto MR, Suharsi TK, Qadir A. 2013. Optimasi pengeringan benih jagung dengan perlakuan prapengeringan dan suhu udara pengeringan. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*. 41(3):196–201.
- Rumbiak JER, Habazar T, Yanti Y. 2018. Introduksi formula rizobakteria *bacillusthuringiensis* pv. *toumanoffi* pada tanaman kedelai untuk peningkatan ketahanan terhadap penyakit pustul bakteri (*Xanthomonas axonopodis* pv *glycines*) di lapangan. *Jurnal Agroekoteknologi*. 10(1):24–35. DOI: <https://doi.org/10.33512/j.agrtek.v10i1.5462>.
- Rusmin D, Suwarno FC, Darwati I. 2020. Pengaruh pemberian GA 3 pada berbagai konsentrasi dan lama imbibisi terhadap peningkatan viabilitas benih purwoceNG (*Pimpinella pruatjan* Molk.). *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 17(3):89–94. DOI: <https://doi.org/10.21082/jlitri.v17n3.2011.89-94>.
- Sari M, Asmanizar, Syamsafitri, Aldywaridha, Sumantri E, Lubis RM. 2020. Efektivitas ekstrak kasar lengkuas (*Alpinia galanga* L.) terhadap hama perusak daun dan polong tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr.) di Kecamatan Beringin, Deli Serdang. *Agriland: Jurnal Ilmu Pertanian*. 8(3):272–276. DOI: <https://doi.org/10.23960/jat.v8i2.3579>.
- Shaumiyah F, Damanhuri, Basuki N. 2014. Pengaruh pengeringan terhadap kualitas benih kedelai (*Glycine max* (L.) Merr). *Jurnal Produksi Tanaman*. 2(5):388–394.
- Situmeang M, Purwantoro A, Sulandari S. 2014. Pengaruh pemanasan terhadap perkecambahan dan kesehatan benih

- kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). *Vegetalika*. 3(3):27–37.
- Suaib I, Lakani I, Panggeso J. 2016. Efektivitas ekstrak rimpang lengkuas dalam menghambat aktivitas cendawan *Oncobasidium theobremae* secara in-vitro. *AGROTEKBIS: Jurnal Ilmu Pertanian*. 4(5):506–511.
- Sumartini. 2011. Potensi bahan nabati cengkeh, lengkuas, dan mimba untuk pengendalian penyakit pada kedelai dan kacang hijau. Di dalam Prosiding Seminar nasional Pestisida Nabati, 2011 Okt 15; Jakarta (ID): Semnas Pestisida Nabati IV. hlm 29–40.
- Surki AA, Sharifzade F, Afshari RT, Hosseini NM, Gazor HR. 2010. Optimization of processing parameters of soybean seeds dried in a constant-bed dryer using response surface methodology. *Journal of Agricultural Science and Technology*. 12: 409–423.
- Syahputra A, Hadi R. 2012. Perlakuan udara panas sebagai tindakan karantina terhadap biji kedelai. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 8(5):145–150. DOI:<https://doi.org/10.14692/jfi.8.5.145>.
- Yulia E, Suganda T, Widiyanti F, Prasetyo RI. 2015. Uji keefektifan antijamur ekstrak air rimpang lengkuas (*Alpinia galanga* [L] Willd.) sebagai perlakuan pratanam untuk mengendalikan *Colletotrichum* spp. pada kedelai (*Glycine max* L.). *Agrikultura*. 26(2):104–110. DOI: <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v26i2.8468>.