

IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Kandungan Tanin dan Saponin

Rimpang alang-alang merupakan salah satu organ yang menghasilkan senyawa bioaktif. Senyawa bioaktif yang telah ditemukan pada rimpang alang-alang terdiri dari tanin, saponin dan alkaloid. Berdasarkan hasil uji fitokimia di Laboratorium Pengujian dan Penelitian Terpadu (LPPT) Universitas Gadjah Mada dengan nomor sertifikat 01331/01/LPPT/VIII/2017, senyawa yang terkandung dalam rimpang alang-alang adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil uji fitokimia rimpang alang-alang

No.	Parameter Uji	Hasil	Satuan	Metode
1.	Tannin Total Ekuivalen Tannic Acid	26,22	% bb	Spektrofotometri UV-v/8
2.	Saponin from Quaiillaja bark kuantitatif	1,07	% bb	Spektrofotometri UV-v/8

Sumber : Lampiran 9 (Hasil uji fitokimia rimpang alang-alang dari LPPT UGM)

B. Mortalitas

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis serbuk rimpang alang-alang sebagai biopestisida pada penyimpanan benih kedelai berpengaruh nyata terhadap tingkat mortalitas hama *C. maculatus* F (Lampiran 6a). Rerata tingkat mortalitas hama *C. maculatus* F., tersaji dalam Tabel 2.

Berdasarkan Tabel 2, perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan perlakuan phostoxin dosis 0,9 mg menunjukkan tingkat

mortalitas hama *C. maculatus* F., yaitu 100% nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol).

Tabel 2. Rerata mortalitas hama *Callosobruchus maculatus* F.

Perlakuan	Mortalitas (%)
0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol)	0,0 b
10 gram serbuk rimpang alang-alang	100,0 a
20 gram serbuk rimpang alang-alang	100,0 a
30 gram serbuk rimpang alang-alang	100,0 a
40 gram serbuk rimpang alang-alang	100,0 a
0,9 mg phostoxin	100,0 a

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Berdasarkan perlakuan yang diujikan, perlakuan serbuk rimpang alang-alang dan phostoxin memiliki persentase tingkat mortalitas 100%. Nilai mortalitas di atas 50% menunjukkan tingkat kemanjuran suatu bahan pestisida. Kemampuan suatu bahan aktif sangat berpengaruh terhadap tingkat kematian hama dalam membunuh hama sasaran. Berdasarkan hasil analisis, mortalitas pada perlakuan serbuk rimpang alang-alang sangat tinggi diduga karena serbuk rimpang alang-alang mengandung senyawa tanin 26, 22%, alkaloid dan saponin 1,07% (Tabel 1). Senyawa bioaktif yang terdapat pada rimpang alang-alang bekerja dalam tubuh hama dapat sebagai racun perut karena kandungan tanin dan alkaloid, selain itu juga sebagai racun kontak karena kandungan saponin (Palapa, 2009).

Yunita, dkk (2009) menyatakan bahwa kandungan tanin berperan dalam mempertahankan tanaman terhadap hama dengan cara menghambat hama dalam mencerna makanan. Komponen tanin dapat menekan konsumsi makan, tingkat

pertumbuhan dan kemampuan bertahan. Tanin memiliki kemampuan mengikat protein di intesium yang menyebabkan proses penyerapan protein dalam sistem pencernaan menjadi terganggu dan bisa merusak dinding sel pada hama, serta rasa sepat pada tanin yang dapat menurunkan tingkat konsumsi pakan hama sehingga kekurangan nutrisi dan mempunyai kemampuan menyamak kulit yang mampu merusak lapisan kitin pada selubung kulit tubuh hama dan mengakibatkan kematian.

Senyawa pestisida alkaloid yang terkandung dalam serbuk rimpang alang-alang berupa garam dapat mendegradasi membran sel saluran pencernaan untuk masuk ke dalam dan merusak sel dan juga dapat mengganggu sistem kerja saraf hama dengan menghambat kerja enzim asetilkolinesterase. Dimana enzim ini tidak dapat melaksanakan tugasnya dalam tubuh terutama meneruskan pengiriman perintah kepada saluran pencernaan hama (*midgut*) sehingga menyebabkan terjadinya kekacauan pada sistem penghantaran impuls ke otot yang mengakibatkan otot kejang, kelumpuhan dan berakhir kematian (Rita dan Ningtyas, 2013).

Senyawa bioaktif saponin yang terkandung dalam serbuk rimpang alang-alang masuk sebagai zat toksik ke dalam tubuh hama dapat melalui dua proses yaitu melalui permukaan tubuh (sel epidermis) dan melalui bagian kutikula yang tipis seperti pori-pori tubuh hama sehingga terjadi efek penurunan tegangan yang mengakibatkan lapisan epitelikula terbuka, kerusakan membran sel dan protein sel. Hal tersebut dikarenakan saponin mampu berikatan dengan fosfolipid yang menyusun membran sel maka mengganggu permeabilitas membran sel (Widodo, 2005). Ningsih, dkk (2013) melaporkan bahwa penurunan permeabilitas membran sel dapat

mengakibatkan senyawa-senyawa toksik masuk dan mengganggu proses metabolisme hama sehingga hama kekurangan energi dan menyebabkan kematian.

C. Efikasi

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pemberian dosis serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap tingkat efikasi serbuk rimpang alang-alang (Lampiran 6b). Rerata tingkat efikasi tersaji dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata efikasi serbuk rimpang alang-alang

Perlakuan	Efikasi (%)
0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol)	0,0 b
10 gram serbuk rimpang alang-alang	100,0 a
20 gram serbuk rimpang alang-alang	100,0 a
30 gram serbuk rimpang alang-alang	100,0 a
40 gram serbuk rimpang alang-alang	100,0 a
0,9 mg phostoxin	100,0 a

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 3, perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan perlakuan phostoxin dosis 0,9 mg menunjukkan tingkat efikasi hama *C. maculatus* F., yaitu 100% nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol). Perlakuan serbuk rimpang alang-alang dan phostoxin mempunyai tingkat efikasi 100%. Ardini (2017) melaporkan bahwa batas uji kemanjuran bahan pestisida adalah 50%, artinya jika tingkat efikasi di atas 50% menunjukkan tingkat kemanjuran suatu bahan pestisida, sebaliknya jika tingkat efikasi di bawah 50% maka bahan pestisida tersebut kurang efektif. Oleh karena itu, dapat dikatakan serbuk rimpang alang-alang efektif

mengendalikan hama *C. maculatus* F., dan mampu mengurangi penggunaan phostoxin pada penyimpanan benih kedelai. Formulasi serbuk rimpang alang-alang mampu meningkatkan efikasi disebabkan adanya kandungan zat aktif tanin sebanyak 26,22 gram/100 gram bahan (Tabel 1).

Menurut Yunita, dkk (2009) tanin merupakan sejenis kandungan tanaman yang bersifat polifenol mempunyai kemampuan mengikat protein di intesium dan menurunkan tingkat konsumsi pakan yang menyebabkan daya cerna dan absorpsi protein menurun, sehingga hama kekurangan nutrisi dan mengalami kematian. Ningsih, dkk (2013) menambahkan bahwa sebagian besar penyerapan pestisida nabati yang berperan sebagai racun perut berlangsung pada saluran pencernaan bagian tengah (*midgut*). Saluran pencernaan bagian tengah merupakan sekresi enzim-enzim dan organ penyerapan nutrisi. Zat toksik ini menurunkan aktivitas enzim pencernaan dengan cara membentuk ikatan kompleks dengan substrat dalam sistem pencernaan dan protein pada enzim yang diperlukan hama untuk pertumbuhan sehingga proses penyerapan protein dalam sistem pencernaan menjadi terganggu dan dapat merusak dinding sel hama (Yunita, dkk., 2009). Senyawa aktif yang terkandung dalam pestisida nabati terakumulasi di dalam tubuh hama akan berperan sebagai toksikan yang akan terdistribusi ke seluruh sel-sel tubuh melalui peredaran tubuh hama (*haemolimfa*) dan mengakibatkan seluruh sirkulasi dalam tubuh akan terganggu. Ningsih, dkk (2013) menambahkan bahwa apabila sekresi enzim terganggu maka proses pencernaan makanan juga akan terganggu sehingga hama akan kekurangan energi dan lama-kelamaan akan mengalami kematian.

Tanin juga mampu merusak lapisan kitin yang menyelubungi kulit tubuh hama. Tanin yang masuk ke tubuh hama *C. maculatus* F., akan menyerang dengan mengeluarkan enzim kitinase. Enzim kitinase mampu mempengaruhi komponen penyusun kutikula hama. Dalam perkembangannya menyebabkan terjadinya penggumpalan darah, kenaikan pH darah dan tertahannya peredaran darah. Selain itu juga menyebabkan kerusakan jaringan, seperti: saluran pencernaan, otot tubuh, sistem urat syaraf dan pernafasan. Kerusakan tersebut akhirnya menyebabkan kematian pada hama (Nurtiati, dkk., 2001).

D. Kecepatan Kematian Hama *Callosobruchus maculatus* F.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan pemberian dosis serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap kecepatan kematian hama *C. maculatus* F (Lampiran 6c). Rerata kecepatan kematian tersaji dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rerata kecepatan kematian hama *Callosobruchus maculatus* F.

Perlakuan	Kecepatan kematian hama (ekor/hari)
0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol)	0,00 c
10 gram serbuk rimpang alang-alang	2,27 b
20 gram serbuk rimpang alang-alang	2,59 ab
30 gram serbuk rimpang alang-alang	2,77 a
40 gram serbuk rimpang alang-alang	2,91 a
0,9 mg phostoxin	2,60 ab

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 4, perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 30 gram dan 40 gram menunjukkan tingkat kecepatan kematian hama *C. maculatus* F., nyata lebih tinggi dibanding perlakuan serbuk rimpang alang-alang dengan dosis 10 gram dan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol). Sedangkan perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram, 20 gram dan perlakuan phostoxin dosis 0,9 mg menunjukkan tingkat kecepatan kematian hama *C. maculatus* F., yang nyata lebih tinggi dibanding perlakuan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol).

Hasil penelitian menunjukkan dosis serbuk rimpang alang-alang yang diberikan pada masing-masing perlakuan memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah kematian hama *C. maculatus* F. Perbedaan ini disebabkan karena berbeda pula dosis yang diberikan, sehingga daya bunuh terhadap hama gudang kedelai juga berbeda, tergantung dari banyak sedikitnya dosis yang diberikan. Hal ini diduga karena peningkatan dosis serbuk rimpang alang-alang yang digunakan menyebabkan kandungan bahan aktif di dalam serbuk rimpang alang-alang semakin tinggi dan mempengaruhi waktu kecepatan kematian hama gudang *C. maculatus* F., pada benih kedelai. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aminah (1995) bahwa tinggi rendahnya suatu dosis akan mempengaruhi kandungan bahan aktif dan akan berpengaruh pada kecepatan kematian hama uji. Diduga senyawa aktif tanin, alkaloid dan saponin yang terkandung dalam serbuk rimpang alang-alang menyebabkan kecepatan kematian hama. Kandungan tanin dan alkaloid bekerja sebagai racun perut sedangkan saponin bekerja sebagai racun kontak. Racun perut (lambung) adalah pestisida yang membunuh hama sasaran bila pestisida tersebut termakan dan masuk ke dalam organ

pencernaan hama serta diserap oleh dinding saluran pencernaan, sedangkan racun kontak adalah pestisida yang masuk ke dalam tubuh hama lewat kulit (kutikula) yang bersinggungan secara langsung dan disalurkan ke bagian organ tubuh hama (Chandratama, 2013) Tingginya tingkat kecepatan kematian hama pada perlakuan serbuk rimpang alang-alang sehingga dapat dikatakan perlakuan serbuk rimpang alang-alang dapat digunakan untuk mengurangi penggunaan phostoxin pada penyimpanan benih kedelai.

E. Perkembangan Hama *Callosobruchus maculatus* F.

Pengamatan uji perkembangan hama gudang kedelai dilakukan untuk menghitung persentase imago generasi baru. Kerusakan benih kedelai yang disebabkan hama tersebut dapat mengakibatkan benih kedelai berlubang dan bau, sehingga tidak bisa lagi digunakan sebagai benih atau dikonsumsi. Hama *C. maculatus* F., ini aktif mulai fase larva sampai fase imago. Pada pengamatan perkembangan hama diperoleh hasil persentase imago generasi baru. Berdasarkan hasil analisis menunjukkan hasil beda nyata antar perlakuan terhadap pertumbuhan dan perkembangan hama *C. maculatus* F., (Lampiran 6d). Rerata perkembangan hama *C. maculatus* F., tersaji dalam Tabel 5.

Tabel 5. Rerata Perkembangan hama *Callosobruchus maculatus* F.

Perlakuan	Persentase imago muncul setelah 44 hari (%)
0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol)	15,44 a
10 gram serbuk rimpang alang-alang	14,11 ab
20 gram serbuk rimpang alang-alang	12,78 ab
30 gram serbuk rimpang alang-alang	11,00 b
40 gram serbuk rimpang alang-alang	10,00 b
0,9 mg phostoxin	0,00 c

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 5, perlakuan phostoxin 0,9 mg menunjukkan tingkat perkembangan hama *C. maculatus* F., yaitu 0,00% nyata lebih rendah dibanding perlakuan serbuk rimpang alang-alang 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram maupun dengan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol). Sedangkan perlakuan serbuk rimpang alang-alang 30 gram dan 40 gram menunjukkan tingkat perkembangan hama *C. maculatus* F., nyata lebih rendah dibanding perlakuan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol). Pada perlakuan phostoxin tidak diperoleh jumlah imago generasi baru karena bahan aktif yang terkandung pada phostoxin berupa alumunium phospide 56% (Holdings, 2016) dapat menekan dan menghambat pertumbuhan hama *C. maculatus* F. Sedangkan dengan perlakuan serbuk rimpang alang-alang belum mampu menghambat pertumbuhan dan perkembangan hama *C. maculatus* F., dikarenakan hama masih dapat berkembangbiak.

Serbuk rimpang alang-alang memiliki kandungan pestisida alami yang mudah terurai, sehingga tidak mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan hama *C. maculatus* F. Sesuai dengan pernyataan Prijono (1999) bahwa bahan-bahan nabati

cepat terurai dan residunya mudah hilang hal ini disebabkan karena senyawa kimia yang ada di dalam bahan nabati mudah terdegradasi oleh lingkungan, sehingga tidak berpengaruh terhadap hama. Pertumbuhan dan perkembangan hama *C. maculatus* F., yang terjadi pada perlakuan serbuk rimpang alang-alang diduga karena umur hama saat aplikasi memasuki fase imago dewasa, dimana umur 10-15 hari tergolong dalam fase bereproduksi sehingga sebelum hama mati, hama *C. maculatus* F., sudah melakukan perkembangbiakkan dan bertelur. Hama *C. maculatus* F., memiliki siklus hidup ± 44 hari yang terdiri dari fase telur selama 3 hari. Fase larva selama 15 hari, saat fase ini larva biasanya tidak keluar dari telur, tetapi hanya merobek bagian kulit telur yang melekat pada material, larva akan menggerak di sekitar tempat telur diletakkan. Dilanjutkan dengan fase pupa selama 6 hari, fase ini merupakan fase sepenuhnya metamorfosis untuk menjadi imago, selanjutnya fase imago dalam benih selama 3 hari. Imago membutuhkan waktu 24 sampai 36 jam untuk menyempurnakan fasenya. Imago akan keluar dari benih setelah tumbuh sempurna dan siap melakukan kopulasi. Imago jantan dan betina membutuhkan makanan dan minuman selama menyelesaikan siklus hidupnya yaitu selama 10-15 hari. Imago yang telah mati meninggalkan telurnya yang kemudian mengalami perkembangbiakkan berupa larva, pupa dan menjadi imago baru yaitu setelah 44 hari (Kalshoven, 1981).

Berdasarkan Tabel 5, semakin tinggi dosis serbuk rimpang alang-alang yang digunakan semakin rendah persentase jumlah imago yang muncul, namun hasil persentase yang diperoleh dalam penelitian ini masih terlalu tinggi sehingga pada

perlakuan 10 gram dan 20 gram serbuk rimpang alang-alang tidak memberikan hasil yang beda nyata dengan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol). Untuk menurunkan tingkat pertumbuhan dan perkembangan hama *C. maculatus* F., maka perlu dilakukan penambahan dosis serbuk rimpang alang-alang yang lebih tinggi dari perlakuan sebelumnya atau teknik penyediaan bahan dan cara aplikasi agar bahan aktif yang diperoleh lebih banyak, seperti ekstraksi. Ekstraksi merupakan salah satu cara untuk mendapatkan kandungan bahan aktif yang lebih tinggi selain dengan penambahan dosis.

F. Susut Bobot

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa perlakuan pemberian serbuk rimpang alang-alang pada penyimpanan benih kedelai menunjukkan hasil ada beda nyata terhadap susut bobot benih kedelai (Lampiran 6e). Rerata susut bobot benih kedelai tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Rerata susut bobot benih kedelai

Perlakuan	Susut bobot (%)
Kontrol (tanpa pengendalian)	22,00 a
10 gram serbuk rimpang alang-alang	21,67 a
20 gram serbuk rimpang alang-alang	21,33 a
30 gram serbuk rimpang alang-alang	20,00 a
40 gram serbuk rimpang alang-alang	20,00 a
0,9 mg phostoxin	17,33 b

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Berdasarkan Tabel 6, perlakuan phostoxin dosis 0,9 mg menunjukkan susut bobot yaitu 17,33% nyata lebih rendah dibanding perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram maupun dengan perlakuan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol). Hal ini dikarenakan kandungan phostoxin berupa alumunium phospide 56% yang bekerja sebagai fumigasi menyebabkan hama mengalami gangguan pernapasan yang mengakibatkan tingkat serangan hama pada benih menurun.

Susut bobot benih merupakan parameter yang digunakan untuk menguji tingkat kerusakan benih yang disebabkan oleh hama gudang *C. maculatus* F. Rendahnya kerusakan benih akan memperkecil susut bobot benih pakan. Hal ini disebabkan oleh berkurangnya benih yang rusak, sehingga susut bobot yang ditimbulkan akan semakin rendah. Yos (2013) mengemukakan bahwa besarnya kerusakan dan penyusutan bobot benih di tempat penyimpanan tergantung pada tinggi rendahnya kepadatan populasi hama yang bersangkutan. Kerusakan benih berupa lubang dalam benih akibat konsumsi bagian dalam benih oleh larva akan berpengaruh terhadap susut bobot benih pakan (*Asian Vegetable Research and Development Center*, 2004). Imago keluar dari lubang tersebut dan membuat benih kelihatan lubangnya. Hasil penelitian Herminanto (2008) menunjukkan bahwa larva *C. maculatus* F., membuat lubang pada bagian tengah benih inang.

Berdasarkan Tabel 6, seluruh perlakuan yang diujikan mengalami susut bobot, yaitu dari bobot awal benih kedelai rata-rata 15,28 gram. Penurunan susut bobot ini disebabkan adanya kerusakan benih kedelai yang ditimbulkan akibat dikonsumsi oleh

hama gudang *C. maculatus* F., pada bagian dalam benih terdapat berupa lubang sehingga berpengaruh terhadap susut bobot benih. Ardini (2017) menyatakan bahwa gejala yang terlihat pada bahan pangan yang disebabkan serangan hama yaitu dengan adanya kotoran (*feces*), bubuk (*dust powder*), lubang gerak, lubang keluar (*exit holes*) dan garukan pada butir serta timbulnya gumpalan (*webbing*). Hasil seluruh perlakuan serbuk rimpang alang-alang pada susut bobot tidak berbeda nyata dengan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol) diduga karena bahan aktif yang terkandung pada serbuk rimpang alang-alang bekerja sebagai racun perut karena kandungan tanin yang tinggi, racun perut bekerja setelah hama tersebut memakan benih kedelai dalam penyimpanan. Sehingga apabila dilihat dari parameter susut bobot, seluruh perlakuan serbuk rimpang alang-alang nyata lebih tinggi susut bobotnya dibandingkan 0,9 mg phostoxin, hal ini dikarenakan adanya aktifitas hama yang berpengaruh pada tingginya susut bobot.

G. Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan untuk mengetahui perubahan kadar air benih selama penyimpanan, hal ini dikarenakan benih bersifat higroskopis sehingga kadar air berubah-ubah tergantung dari kelembaban ruangan penyimpanan yang akan mempengaruhi laju kemunduran benih selama proses penyimpanan (Rita E., 2000).

Tabel 7. Rerata kadar air benih kedelai

Perlakuan	Kadar air 1 bulan setelah disimpan (%)	Kadar air 2 bulan setelah disimpan (%)
0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol)	9,7 a	10,9 a
10 gram serbuk rimpang alang-alang	9,7 a	10,8 ab
20 gram serbuk rimpang alang-alang	9,6 a	10,8 ab
30 gram serbuk rimpang alang-alang	9,5 a	10,7 ab
40 gram serbuk rimpang alang-alang	9,5 a	10,6 b
0,9 mg phostoxin	9,5 a	10,3 c

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar perlakuan pada kadar air benih kedelai pada penyimpanan 1 bulan (Lampiran 6f). Rerata kadar air menunjukkan tidak ada beda nyata pada seluruh perlakuan dengan perlakuan kontrol. Sedangkan hasil analisis menunjukkan bahwa biopestisida serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap kadar air benih kedelai pada penyimpanan 2 bulan (Lampiran 6g). Rerata kadar air menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan phostoxin dengan perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram maupun 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol) dan nyata lebih rendah kadar airnya dibandingkan dengan seluruh perlakuan lainnya.

Hasil seluruh perlakuan kadar air benih kedelai selama penyimpanan mengalami peningkatan dari kadar air benih awal sebelum penyimpanan yaitu 8,5%, namun kenaikan kadar air seluruh perlakuan serbuk rimpang alang-alang masih dalam batas normal. Sesuai dengan Indartono (2011) kadar air optimal dalam penyimpanan bagi sebagian besar benih adalah antara 6 - 10%. Kadar air benih

optimal yaitu kadar air tertentu dimana benih tersebut disimpan lama tanpa mengalami penurunan mutu benih.

Peningkatan kadar air yang terjadi dipengaruhi oleh aktivitas hama *C. maculatus* F., hal ini sesuai dengan pernyataan Kusumaningrum (2008) bahwa hama dapat mengakibatkan meningkatnya kadar air bahan pangan yang disimpan dan juga dapat meningkatkan suhu yang dapat mengakibatkan kerusakan bahan pangan tersebut. Sementara itu Hall (1970) menyebutkan bahwa kenaikan kadar air pada bahan pangan yang disimpan dapat disebabkan oleh infestasi hama.

Hendriwal dan Lilis (2016) menyatakan bahwa peningkatan kadar air beras setelah infestasi *S. oryzae* disebabkan adanya proses respirasi oleh hama, yang mengurai karbohidrat dengan bantuan oksigen menghasilkan residu berupa CO₂ dan uap air. Aktivitas respirasi *S. oryzae* pada kepadatan populasi yang tinggi selama penyimpanan beras menghasilkan uap air karena tingginya populasi *S. oryzae* sehingga menyebabkan kadar air akhir menjadi tinggi. Perubahan kadar air beras selama penyimpanan dapat disebabkan karena beras menyerap atau menguapkan air. Keadaan tersebut selain dipengaruhi oleh ekskresi dari respirasi hama pascapanen juga dapat dipengaruhi oleh kondisi kelembaban udara sekitar. Kelembaban yang tinggi pada lingkungan penyimpanan akan meningkatkan kadar air benih, yang akhirnya akan mengakibatkan terjadinya peristiwa biokimia seperti peningkatan aktivitas enzim hidrolisis, meningkatnya respirasi benih dan meningkatnya asam lemak bebas.

H. Daya Kecambah

Daya kecambah merupakan tolak ukur yang mengindikasikan kemampuan benih untuk tumbuh dan berkembang menjadi tanaman normal pada kondisi lingkungan yang optimal (Rika M., 2000). Secara umum daya kecambah, indeks vigor dan kecepatan berkecambah benih kedelai mengalami penurunan selama penyimpanan. Menurut Rita, E (2000) benih kedelai yang disimpan pada suhu dan RH kamar mengalami penurunan daya kecambah dan indeks vigor selama penyimpanan, dimana kemunduran atau penurunan mutu benih terus meningkat sejalan dengan lamanya waktu simpan.

Tabel 8. Rerata daya kecambah benih kedelai

Perlakuan	Daya kecambah 1 bulan setelah penyimpanan (%)	Daya kecambah 2 bulan setelah penyimpanan (%)
0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol)	86,67 b	3,00 b
10 gram serbuk rimpang alang-alang	91,67 ab	6,33 b
20 gram serbuk rimpang alang-alang	93,33 a	6,33 b
30 gram serbuk rimpang alang-alang	93,33 a	8,67 b
40 gram serbuk rimpang alang-alang	91,67 ab	9,67 b
0,9 mg phostoxin	96,33 a	84,00 a

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Hasil analisis menunjukkan bahwa biopestisida serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap daya kecambah benih kedelai 1 bulan setelah penyimpanan (Lampiran 6h). Berdasarkan Tabel 8, perlakuan 0,9 mg phostoxin dan serbuk rimpang alang-alang dosis 20 gram dan 30 gram menunjukkan daya kecambah 1 bulan setelah penyimpanan nyata lebih tinggi dibandingkan perlakuan 0 gram

serbuk rimpang alang-alang (kontrol), akan tetapi tidak ada beda nyata dengan perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram dan 40 gram.

Hasil perlakuan 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram serbuk rimpang alang-alang memiliki daya kecambah lebih dari 90%. Menurut Refyka (2016) benih berkualitas tinggi mempunyai daya kecambah lebih dari 90%, dengan kualitas benih 90% tanaman mampu tumbuh normal pada kondisi lingkungan yang sub optimal dan dapat memproduksi secara maksimal. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram dan 40 gram serbuk rimpang alang-alang tidak mengakibatkan benih terserang jamur selama penyimpanan 1 bulan. Diduga hal ini disebabkan oleh kandungan rimpang alang-alang berupa senyawa tanin, alkaloid dan saponin berfungsi sebagai pestisida sehingga dapat melindungi benih dari serangan hama gudang dan mempertahankan daya kecambah benih selama 1 bulan penyimpanan.

Serbuk rimpang alang-alang mampu mempertahankan daya kecambah benih dalam jangka waktu yang pendek karena mengandung senyawa tanin, alkaloid dan saponin yang dapat menekan pertumbuhan hama pada awal penyimpanan, namun tidak untuk periode waktu yang cukup lama, sehingga untuk periode simpan yang lama, daya kecambah benih menurun karena serangan hama *C. maculatus* F. Dampak yang timbul pada tempat penyimpanan benih akibat aktivitas hama dapat meningkatkan kelembaban dalam ruang simpan sehingga mendorong munculnya jamur atau cendawan yang dapat memperbesar kerusakan benih. Kerusakan yang

timbul akan semakin meningkat selama penyimpanan seiring dengan meningkatnya populasi hama (Talekar, 1987).

Hasil analisis menunjukkan bahwa biopestisida serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap daya kecambah benih 2 bulan setelah penyimpanan (Lampiran 6i). Berdasarkan Tabel 8, perlakuan 0,9 mg phostoxin menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol) dan nyata lebih tinggi daya kecambahnya dibandingkan perlakuan lain setelah penyimpanan 2 bulan. Hal ini disebabkan adanya serangan dari hama *C. maculatus* F., pada seluruh perlakuan serbuk rimpang alang-alang dapat dilihat dari hasil persentase pertumbuhan dan perkembangan hama yang menyatakan bahwa adanya pertumbuhan hama baru sehingga mengakibatkan benih rusak dan terjadi pembusukan pada beberapa benih kedelai sehingga menurunkan rerata daya kecambah benih kedelai. Pembusukan terjadi karena adanya cendawan pada saat penyimpanan.

Refyka (2016) menamakan cendawan yang menyerang pada saat penyimpanan dengan nama cendawan penyimpanan (*Storage fungi*). Cendawan simpan dilaporkan dapat menyerang dan merusak biji sereal. Benih rusak tidak tahan disimpan seperti halnya benih utuh karena cendawan dapat dengan mudah masuk ke dalam benih melalui celah-celah pada kulit benihnya. Cendawan tersebut dapat menyerang hampir semua jenis bahan sereal termasuk benih kedelai pada kondisi yang menguntungkannya. Cendawan tersebut dapat tumbuh pada hampir semua bahan organik.

Hama gudang dapat menimbulkan berbagai kerugian. Kerugian-kerugian yang dapat terjadi akibat serangan hama selama penyimpanan benih, antara lain 1. susut bobot benih akibat serangan hama selama penyimpanan benih. Hama *C. maculatus* F., memangsa 55,6%-73% bagian benih; 2. menurunnya kualitas benih akibat susut atau terjadi denaturasi protein dan vitamin sehingga kandungan nutrisi benih berkurang, selain itu terkontaminasi oleh kotoran hama, bagian-bagian tubuh hama dan hama yang mati; 3. menurunnya daya kecambah benih. Apabila hama memangsa embrio benih maka akan menurunkan persentase perkecambahan benih. Hama *C. maculatus* F., menyebabkan susut perkecambahan antara 47,53%-70,60% pada benih kacang hijau (Talekar, 1987).

I. Indeks Vigor

Secara umum indeks vigor diartikan sebagai kemampuan benih untuk tumbuh normal pada keadaan lingkungan yang sub optimal (Ardini, 2016). Sadjad (1972) melaporkan bahwa secara umum indeks vigor benih harus relevan dengan tingkat produksi, artinya benih yang memiliki indeks vigor tinggi dapat mencapai tingkat produksi yang tinggi pula. Indeks vigor yang tinggi memiliki ciri-ciri yaitu pertumbuhannya cepat dan merata serta mampu menghasilkan tanaman dewasa yang normal dan berproduksi baik dalam keadaan lingkungan tumbuh yang sub optimal.

Tabel 9. Rerata indeks vigor benih kedelai

Perlakuan	Indeks vigor 1 bulan setelah penyimpanan	Indeks vigor 2 bulan setelah penyimpanan
0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol)	17,54 b	0,46 b
10 gram serbuk rimpang alang-alang	18,06 ab	0,94 b
20 gram serbuk rimpang alang-alang	18,26 ab	1,00 b
30 gram serbuk rimpang alang-alang	18,63 ab	1,40 b
40 gram serbuk rimpang alang-alang	18,13 ab	1,59 b
0,9 mg phostoxin	20,07 a	15,42 a

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Hasil analisis menunjukkan bahwa biopestisida serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap mutu benih kedelai 1 bulan setelah penyimpanan (Lampiran 6j). Hasil rerata indeks vigor pada Tabel 8 menunjukkan bahwa 0,9 mg phostoxin nyata lebih tinggi dibandingkan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol), akan tetapi tidak ada beda nyata dengan perlakuan 10 gram, 20 gram, 30 gram dan 40 gram serbuk rimpang alang-alang, hal ini menunjukkan kualitas benih kedelai masih bagus, lapisan serbuk rimpang alang-alang yang melapisi benih kedelai dapat melindungi benih dari serangan hama *C. maculatus* F., selama 1 bulan penyimpanan, sehingga benih dapat berkecambah normal seperti halnya dengan hasil perlakuan phostoxin. Sesuai dengan pendapat Agustiansyah (2016) menyatakan bahwa *seed coating* merupakan proses pembungkusan benih dengan zat tertentu, yang antara lain bertujuan untuk meningkatkan kinerja benih pada waktu benih dikecambahkan, melindungi benih dari gangguan atau pengaruh kondisi lingkungan selama penyimpanan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa biopestisida serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap indeks vigor benih kedelai 2 bulan setelah penyimpanan (Lampiran 6k). Hasil rerata indeks vigor kedelai pada Tabel 8 menunjukkan bahwa perlakuan 0,9 mg phostoxin ada beda nyata antar perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol) dan nyata lebih tinggi indeks vigornya dibandingkan perlakuan lain. Pada seluruh perlakuan menunjukkan indeks vigor benih kedelai yang rendah 2 bulan setelah penyimpanan. Indeks vigor yang rendah akan mempengaruhi mutu dari benih kedelai tersebut. Penurunan indeks vigor pada perlakuan serbuk rimpang alang-alang dan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol) yang sangat tajam ini terjadi karena selama perkembangannya hama *C. maculatus* F., memakan kotiledon yang merupakan cadangan makanan bagi embrio sehingga akan menurunkan indeks vigor benih.

Vigor benih yang tinggi dicirikan antara lain tahan disimpan lama, cepat dan merata tumbuhnya serta mampu menghasilkan tanaman dewasa yang normal dan berproduksi baik dalam keadaan lingkungan tumbuh yang sub optimal (Ardini, 2017), sedangkan menurut Refyka (2016) vigor yang rendah akan menghasilkan pohon yang buruk. Vigor merupakan kemampuan benih untuk tumbuh normal dan berproduksi normal pada kondisi sub optimal. Tingkat vigor tinggi dapat dilihat dari penampilan kecambah yang tahan terhadap berbagai faktor pembatas yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya. Vigor benih juga dipengaruhi oleh proses dan

cara benih dikeringkan, dibersihkan, disortir dan dikemas di unit pengolahan benih (*seed processing*), serta cara dan kondisi penyimpanan benih.

J. Kecepatan Berkecambah

Sadjad (1972) menguraikan bahwa kecepatan berkecambah benih mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh, karena benih yang cepat tumbuh lebih mampu menghadapi kondisi lapang yang sub optimal. Hasil analisis menunjukkan bahwa biopestisida serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap kecepatan berkecambah benih kedelai penyimpanan 1 bulan (Lampiran 6l).

Tabel 10. Rerata kecepatan berkecambah benih kedelai

Perlakuan	Kecepatan berkecambah 1 bulan setelah penyimpanan (%)	Kecepatan berkecambah 2 bulan setelah penyimpanan (%)
0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol)	67,00 b	1,67 b
10 gram serbuk rimpang alang-alang	76,00 a	3,00 b
20 gram serbuk rimpang alang-alang	77,00 a	3,00 b
30 gram serbuk rimpang alang-alang	77,00 a	5,00 b
40 gram serbuk rimpang alang-alang	76,00 a	5,00 b
0,9 mg phostoxin	78,00 a	75,00 a

Keterangan: Angka rerata yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak ada beda nyata berdasarkan DMRT pada taraf 5 %.

Hasil rerata kecepatan berkecambah menunjukkan tidak ada beda nyata pada seluruh dosis perlakuan serbuk rimpang alang-alang dengan 0,9 mg phostoxin, namun dibandingkan dengan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol) menunjukkan kecepatan berkecambah nyata lebih tinggi. Berdasarkan Tabel 8, bahwa rerata

kecepatan berkecambah benih kedelai 1 bulan setelah penyimpanan pada seluruh dosis perlakuan serbuk rimpang alang-alang dan 0,9 mg phostoxin melebihi 75%, yang berarti bahwa benih cepat berkecambah (Kartasapoetra, 1979).

Hasil analisis menunjukkan bahwa biopestisida serbuk rimpang alang-alang berpengaruh nyata terhadap kecepatan berkecambah benih kedelai pada penyimpanan 2 bulan (Lampiran 6m). Hasil rerata kecepatan berkecambah benih kedelai menunjukkan bahwa perlakuan 0,9 mg phostoxin ada beda nyata antar perlakuan serbuk rimpang alang-alang dosis 10 gram, 20 gram, 30 gram, 40 gram dan 0 gram serbuk rimpang alang-alang (kontrol) dan nyata lebih tinggi kecepatan berkecambahnya dibandingkan perlakuan lain. Pada seluruh perlakuan serbuk rimpang alang-alang menunjukkan kecepatan berkecambah benih kedelai yang rendah setelah penyimpanan benih selama 2 bulan. Hal ini dikarenakan pada saat dilakukan uji perkecambahan, benih yang diberi perlakuan serbuk rimpang alang-alang banyak yang busuk. Busuknya benih disebabkan karena zat toksik yang terkandung dalam serbuk rimpang alang-alang yang sudah diaplikasikan selama 2 bulan mudah terurai sehingga tidak dapat mengendalikan pertumbuhan dan perkembangan hama *C. maculatus* F. Sesuai dengan pernyataan Priyono (1999) bahwa pestisida nabati mudah terurai sehingga tidak berpengaruh terhadap hama.

Kecepatan berkecambah yang rendah disebabkan oleh beberapa faktor yang berhubungan dengan kualitas benih. Kualitas benih dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu serangan hama, kerusakan mekanis, umur benih dan kemundurannya, potensi

genetik, kemasakan benih, lingkungan selama tahap pembentukan benih, ukuran benih dan kerusakan akibat *chilling injury* (Refyka, 2016).

Pada pertumbuhannya, benih melakukan proses respirasi menggunakan cadangan makanan. Respirasi merupakan proses oksidasi, sehingga membutuhkan suatu substrat. Semakin lamanya proses respirasi berlangsung, semakin banyak pula cadangan makanan benih yang digunakan. Benih yang disimpan akan terus melakukan proses respirasi, maka cadangan makanan benih akan semakin berkurang dan habis apabila disimpan dalam jangka waktu yang cukup lama. Cadangan makanan yang sedikit akan mempengaruhi penurunan kecepatan berkecambah, karena proses perkecambahan benih membutuhkan energi yang dihasilkan dalam proses respirasi.

Adanya aktivitas pertumbuhan dan perkembangan hama *C. maculatus* F., juga proses respirasi benih menjadi terganggu karena kotiledon yang merupakan cadangan makanan bagi embrio dimakan oleh hama ini, dan menyebabkan keadaan ruang simpan menjadi lembab sehingga mengakibatkan cendawan atau jamur mudah menempel pada benih kedelai. Serangan cendawan simpan pada benih dapat menyebabkan kehilangan mutu benih dan menimbulkan bau apek serta perubahan warna pada benih.