



PENGARUH EKSTRAK DAUN SERAI (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) TERHADAP PERKEMBANGBIAKAN KUTU BERAS (*Sitophilus oryzae* L.)

Miftachur Rohma¹, Sri Wahyuni¹, Moh. Mirza Nuryady^{1*}

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu
Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Malang

* Corresponding Author: mirzanuryady@umm.ac.id

ABSTRACT

[THE EFFECT OF LEMONGRASS (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) LEAVES EXTRACT ON RICE WEEVIL (*Sitophilus oryzae* L.) REPRODUCTION]. Rice weevil (*Sitophilus oryzae*) is the most destructive pest of rice. It can be controlled with leaf extract of lemongrass (*Cymbopogon citratus*). The leaves extract contains potential active compounds that can be used to control some pests. This study aimed to determine the effect of the several concentrations of *C. citratus* extract from fresh and dry leaves on *S. oryzae* reproduction. This study was organized in a randomized complete design (CRD) with two factors. The first factor was the extract concentrations which consisted of 5%, 10%, 20%, as well as the positive control of alfamethrin at 1% and the negative control of distilled water. The second factor was the use of *C. citratus* leaves which were using fresh and dry leaves. Some variables observed were the repellent of *S. oryzae*, the number of new adults, the damaged percentage of rice, and the rice organoleptic. The rice organoleptics observed included color, texture, odor and taste. The data were analyzed using a two-way ANOVA test. The best result has been found at the extract concentration of 20% from fresh *C. citratus* treatment with an average repellency of $68.50 \pm 14.45\%$, the number of new adults of 29 ± 4.99 , and the damaged rice percentage of $24.75 \pm 4.113\%$. The result of the organoleptic test with the highest average value was found at the concentration of 5% from fresh *C. citratus* treatment. The results of the organoleptic test with the method of Kruskal-Wallis showed that there were no significant differences among the color, texture, smell, and taste of rice. This study concluded that *C. citratus* can be used effectively against *S. oryzae*.

Keyword: *lemongrass leaves extract, fresh, rice weevil, simplicia*

ABSTRAK

Kutu beras (*Sitophilus oryzae*) merupakan hama beras yang paling merusak. *S. oryzae* dapat dikendalikan dengan serai (*Cymbopogon citratus*). Ekstrak daun *C. citratus* dapat digunakan sebagai pembasmi hama karena mengandung berbagai senyawa aktif yang potensial. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi ekstrak *C. citratus* dari daun segar dan simplisia terhadap perkembangbiakan *Sitophilus oryzae*. Penelitian ini menggunakan RAL faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak daun *C. citratus*, yaitu 5%, 10%, 20%, kontrol positif (alfamethrin 1%) dan kontrol negatif (aquades). Faktor kedua adalah daun segar dan simplisia. Parameter yang diamati antara lain daya tolak, jumlah imago baru, persentase kerusakan beras dan organoleptik beras yang meliputi warna, tekstur, aroma dan rasa. Data yang telah diperoleh dianalisis dengan uji *two-way ANOVA*. Hasil terbaik terdapat pada perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* segar dengan rata-rata repelensi sebesar $68,50 \pm 14,45\%$, jumlah imago baru sebesar $29 \pm 4,99$ ekor, dan persentase kerusakan beras sebesar $24,75 \pm 4,113\%$. Hasil uji organoleptik dengan nilai rata-rata tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi 5% *C. citratus* segar. Hasil uji organoleptik dengan *Kruskal-Wallis* menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap warna, tekstur, aroma, dan rasa nasi. Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini ialah ekstrak daun *C. citratus* efektif untuk menangani hama *S. oryzae*.

Kata kunci: *ekstrak daun serai, kutu beras, segar, simplisia*

PENDAHULUAN

Munculnya hama pada berbagai produk pertanian kerap kali menjadi permasalahan yang serius. Produk pertanian yang rentan terserang oleh hama salah satunya adalah beras. Penyimpanan beras dalam jangka waktu tertentu dapat mengalami penurunan kapasitas, gizi, dan nilai komersial akibat serangan kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.). Penelitian yang dilakukan oleh Ratnawati *et al.* (2013) menunjukkan *S. oryzae* dapat membuat butir beras menjadi berlubang, mudah patah dan beratnya menjadi berkurang. Kondisi ini menjadi penting untuk diperhatikan karena beras merupakan bahan makanan pokok sebagian besar penduduk Indonesia, dengan rata-rata konsumsi tahun 2014 – 2018 mencapai 61 kg/kapita/tahun (BPS, 2018). Hilangnya bobot beras karena hama tidak hanya terjadi di Indonesia, tetapi juga di beberapa negara lain, misalnya Banin, Afrika Barat. Kasus yang terjadi di Afrika Barat menunjukkan bahwa beras yang disimpan mengalami penurunan bobot mencapai 3%–11% dalam satu tahun (Togola *et al.*, 2013). Penurunan produksi beras di Thailand diprediksikan mencapai 2900 ton/tahun yang berarti kerugian ekonomi nasional mencapai lebih dari 1,2 juta USD per tahunnya karena hama (Wanger *et al.*, 2014).

Permasalahan hama pada produk pertanian dapat diatasi dengan pestisida nabati. Pestisida nabati merupakan pestisida yang bahan aktifnya diperoleh dari tumbuhan. Penggunaan tumbuhan sebagai pestisida nabati telah mendorong dilakukannya penelitian mengenai jenis-jenis tumbuhan yang potensial sebagai sumber insektisida (Saenong, 2017). Pestisida nabati ini bisa berfungsi sebagai penurun nafsu makan (*antifeedan*), penolak (*repellent*), perusak telur (*ovicidal*), hingga pembunuh hama (Akhtar & Mahmood, 2013; Rehman *et al.*, 2014; Panneerselvam & Murugan, 2013; Arivoli & Tennyson, 2013; Isnaini *et al.*, 2015).

Hama yang sering menyerang produk pertanian dapat diatasi dengan tanaman serai (*C. citratus*). Tanaman ini mengandung berbagai fitokonstituen

seperti minyak atsiri (citral α , citral β , nerol, granilol, citronella, terpinolen, dan terpinol metilheptenon), flavonoid, dan senyawa fenolik yang terdiri dari luteolin, isoorientin 2'-O-ramnoside, quercetin, kaempferol, dan apiginin (Nambiar & Matela, 2012). Penelitian Hasim *et al.* (2015) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun *C. citratus* mengandung alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, fenol dan steroid. Adanya senyawa aktif pada *C. citratus* tersebut dapat mendorong penggunaannya sebagai pestisida nabati yang potensial.

Pestisida nabati yang banyak digunakan dapat berasal dari bahan segar maupun simplisia, akan tetapi adanya pengeringan dalam pembuatan simplisia

dapat berpotensi menimbulkan terjadinya proses oksidasi (Gasmalla *et al.*, 2014). Adanya proses oksidasi tersebut dapat menurunkan kandungan zat aktif dalam bahan (Syafarina, 2017). Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya proses oksidasi antara lain adalah suhu, waktu, kelembaban udara, kelembaban bahan, kadar air bahan, aktivitas air, ketebalan bahan yang dikeringkan, sirkulasi udara, dan luas permukaan bahan (Muhammad *et al.*, 2015). Berdasarkan hal tersebut, untuk mengetahui keefektifan dari bahan segar maupun simplisia dalam menolak hama perlu dilakukan penelitian.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan tidak membandingkan bagaimana keefektifan antara bahan segar dan simplisia. Penelitian Sari *et al.* (2013) menggunakan bahan segar dari kelompok Zingiberaceae sebagai bakterisida. Penelitian Saputra *et al.* (2018) menggunakan tumbuhan cocor bebek segar dengan metode maserasi dan partisi, sedangkan penelitian Nova *et al.* (2017) menggunakan simplisia daun pandan dan umbi bawang putih sebagai pestisida nabati dengan metode maserasi.

Beberapa studi terdahulu hanya menggunakan bahan segar atau simplisia saja, sedangkan penelitian yang membandingkan keefektifan dari bahan segar dan simplisia perlu untuk dilakukan. Adanya penelitian tersebut diharapkan akan dapat menghasilkan ekstrak nabati yang lebih efektif dalam menangani hama. Terkait dengan hal tersebut, maka tujuan dari penelitian ini adalah menguji pengaruh konsentrasi ekstrak daun *C. citratus* segar dan simplisia terhadap perkembangan *S. oryzae*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Jenis penelitian yang digunakan adalah eksperimen sesungguhnya (*True Experimental Research*). Rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktorial. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak daun *C. citratus* yang terdiri atas tiga level perlakuan, yaitu konsentrasi 5%, 10% dan 20%. Faktor kedua adalah penggunaan daun *C. citratus* yang terdiri atas daun segar dan simplisia. Konsentrasi 5%, 10%, dan 20% berturut-turut dinotasikan sebagai A₁, A₂, dan A₃, sedangkan daun segar dinotasikan sebagai B₁ dan simplisia dinotasikan dengan B₂, dengan begitu terdapat sebanyak 6 kombinasi perlakuan. Kombinasi perlakuan yang diperoleh antara lain, A₁B₁ (konsentrasi 20% dari daun *C. citratus* segar), A₁B₂ (konsentrasi 20% dari daun *C. citratus* simplisia), A₂B₁ (konsentrasi 10% dari daun *C. citratus* segar), A₂B₂ (konsentrasi 10% dari daun *C. citratus* simplisia), A₃B₁ (konsentrasi 5% dari daun *C. citratus*

segar), A₃B₂ (konsentrasi 5% dari daun *C. citratus* simplisia), KN (kontrol negatif menggunakan aquades), KP (kontrol positif menggunakan alfametrin 1%). Tiap-tiap perlakuan diulang sebanyak empat kali dan diletakkan secara random.

Pembuatan Ekstrak dengan Metode Maserasi

Langkah pertama sebelum melakukan proses maserasi, yaitu menyiapkan *C. citratus* yang akan diekstrak. Tahap pembuatan simplisia diawali dengan memilih daun *C. citratus* yang masih baik kemudian mencucinya dengan air mengalir. Tahap berikutnya melakukan perajangan dan pengeringan hingga kadar air mencapai 7% di bawah sinar matahari. Daun yang telah kering kemudian ditimbang sebanyak 500 g dan dihaluskan menggunakan blender lalu diletakkan ke dalam enlenmeyer. Enlenmeyer yang telah terisi kemudian ditambahkan 3000 mL etanol 96% dan ditutup dengan aluminium foil. Proses selanjutnya yaitu menunggu selama 24 jam untuk dilakukan proses maserasi. Jika telah selesai, filtrat dapat diperoleh dengan cara menyaring bahan yang telah disimpan tadi, lalu melakukan proses evaporasi menggunakan *rotary evaporator*. Hasil evaporasi kemudian dapat diletakkan pada *baker glass*. Proses yang sama kemudian dapat dilakukan untuk mendapatkan ekstrak segar, namun tanpa perlu melewati proses pengeringan. Ekstrak yang telah diperoleh kemudian diencerkan dengan aquades sesuai dengan konsentrasi yang dibutuhkan, yaitu 5%, 10%, dan 20%.

Perbanyak Serangga Uji

S. oryzae diperoleh dari beras yang telah terserang oleh *S. oryzae*, kemudian imago diambil sebanyak 50 pasang dan dibiakkan dalam suatu toples dengan diameter 14 cm dan tinggi 10 cm. Toples diisi dengan 500 g beras dan diinfestasikan *S. oryzae* lalu ditutup. Saat telah mencapai 14 hari infestasi, imago *S. oryzae* diambil dari dalam toples lalu ditunggu hingga *S. oryzae* baru muncul dan digunakan dalam penelitian ini.

Uji Repelensi

Uji repelensi menggunakan metode dua pilihan (*dual-choice test*) merujuk pada metode yang dilakukan oleh Samsudin *et al.* (2016). Metode *dual-choice test* dilakukan pada wadah yang terbuat dari plastik dengan ukuran diameter 14 cm, kemudian dibagi menjadi 2 bagian sama besar dan diberi sekat, namun sekitar 4 cm pada bagian tengah dibiarkan tetap terbuka. *S. oryzae* yang akan diinfestasikan diletak-

kan pada bagian tersebut (tanpa sekat). Bagian perlakuan diisi dengan 100 g beras yang dicampur dengan ekstrak *C. citratus*, sedangkan pada bagian kontrol diisi dengan beras tanpa diberi ekstrak. Jumlah *S. oryzae* yang diinfestasikan pada setiap unit percobaan adalah 15 ekor. Pengamatan daya repelensi dilakukan setelah 24 jam dari penginfestasian dengan menggunakan teknik observasi secara langsung. Persentase repelensi dihitung dengan rumus (Govindarajan *et al.*, 2011) sebagai berikut :

$$\% \text{ Repelensi} = [(T_k - T_p)/T_k] \times 100$$

Keterangan:

T_k = Jumlah *S. oryzae* pada area kontrol

T_p = Jumlah *S. oryzae* pada area perlakuan

Jumlah Imago Baru dan Persentase Kerusakan Beras

Penelitian jumlah imago baru dan persentase kerusakan beras dilakukan pada kantong plastik klip tebal berukuran 12 cm x 18 cm. Wadah tersebut kemudian diisi dengan 100 g beras yang telah diberi ekstrak lalu diinfestasikan 2 pasang *S. oryzae*. Jumlah imago baru yang muncul diamati dan dihitung setiap hari. Penghitungan jumlah imago baru *S. oryzae* dilakukan dari awal munculnya imago baru sampai 60 hari, sedangkan persentase kerusakan beras dihitung pada hari ke-60. Adapun rumus yang digunakan merujuk pada penelitian yang telah dilakukan oleh Rahman, *et al.* (2021), yaitu sebagai berikut :

$$I = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan:

n = Jumlah yang beras rusak

N = Jumlah total beras yang diamati

I = Persentase kerusakan beras (%)

Uji Organoleptik

Beras yang telah diberi perlakuan ditunggu hingga kurang lebih 15 menit (hingga ekstrak mengering), kemudian diolah dan uji organoleptik. Uji organoleptik meliputi uji hedonik dan mutu hedonik. Pengamatan organoleptik berupa warna, tekstur, rasa dan aroma yang melibatkan 3 panelis ahli. Khusus perlakuan kontrol positif tidak dilakukan pengamatan terhadap rasa untuk menjaga keselamatan panelis. Panelis diberi angket untuk menilai kualitas nasi dengan menggunakan skala Likert yang dituliskan dalam bentuk angka 1-5. Semakin tinggi angka menunjukkan bahwa kualitas yang diperoleh semakin baik.

Teknik Analisis Data

Data yang telah diperoleh berupa persentase repelensi, jumlah imago baru, dan persentase kersu-

kan beras dianalisis dengan analisis ragam dua arah (*two-way ANOVA*) menggunakan *software* SPSS versi 22. Data yang diperoleh terlebih dahulu diuji prasyarat berupa normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan homogenitas menggunakan analisis *Levene test*. Apabila asumsi data telah terpenuhi, maka dilakukan uji *two-way ANOVA*. Jika hasil uji *two-way ANOVA* menunjukkan adanya perbedaan, maka dilakukan uji lanjut *Duncan* untuk melihat kelompok mana saja yang berbeda nyata. Uji organoleptik meliputi uji hedonik dan mutu hedonik dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis* taraf 5%. Jika terdapat beda nyata terhadap produk, maka dilanjutkan dengan uji *Mann Whitney* untuk melihat ada tidaknya perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Repelensi/Daya Tolak

Berdasarkan hasil pengamatan uji repelensi dengan metode dua pilihan (*dual-choice test*), diperoleh hasil sesuai pada Tabel 1. Tabel tersebut menunjukkan bahwa rata-rata persentase repelensi tertinggi setelah kelompok kontrol positif terdapat pada perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* segar, yaitu sebesar 68,50±14,45% dan rata-rata terendah setelah kelompok kontrol negatif terdapat pada perlakuan konsentrasi 5% *C. citratus* simplisia, yaitu sebesar 27,25±17,85%. Hasil rata-rata persentase repelensi dengan konsentrasi yang sama, menunjukkan hasil lebih tinggi pada bahan segar jika dibandingkan dengan simplisia pada setiap perlakuan.

Pemberian konsentrasi *C. citratus* berpengaruh signifikan ($p < 0,05$) terhadap daya repelensi *S. oryzae*. Hasil yang diperoleh juga menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh signifikan ($p > 0,05$) penggunaan daun segar dan simplisia terhadap daya repelensi *S. oryzae*, serta tidak ada interaksi antara konsentrasi dan penggunaan daun segar serta simplisia.

Tabel 1. Hasil rata-rata persentase daya tolak

Perlakuan		
Konsentrasi	Penggunaan Daun	Rata-rata (%) ± SD
A ₁	B ₁	68,50±14,45
	B ₂	56,75±20,02
A ₂	B ₁	52,75±14,72
	B ₂	45,00±14,98
A ₃	B ₁	36,50±17,59
	B ₂	27,25±17,85
Kontrol		
KP		75,25±14,03
KN		27,25±17,85

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi terhadap daya repelensi

Konsentrasi	Rata-rata	Notasi	
KN	27,25	a	
5%	31,875	a	b
10%	48,875	b	c
20%	62,625	c	d
KP	75,25	d	

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan

Kelompok kontrol positif menghasilkan rata-rata persentase repelensi paling tinggi, namun demikian hasil tersebut berbeda tidak nyata dengan perlakuan konsentrasi 20% (Tabel 2). Persentase repelensi semakin menurun seiring dengan berkurangnya konsentrasi, dan sebaliknya persentase repelensi semakin meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi. Penggunaan konsen-trasi yang semakin tinggi akan menghasilkan zat-zat fitokimia yang lebih banyak, sehingga lebih berpotensi untuk menolak hama (Nisa, 2020; Tuntun, 2016). Zat fitokimia yang dapat berperan dalam menolak hama yaitu flavonoid. Flavonoid masuk ke dalam sistem internal *S.oryzae* melalui spirakel dan meng-ganggu sistem pernapasan (Muhridja *et al.*, 2016; Jayakumar *et al.*, 2017). Terganggunya sistem pernapasan disebabkan karena adanya penurunan fungsi oksigen yang dapat mempengaruhi berbagai perilaku, seperti perilaku kawin, perilaku makan maupun pemilihan suatu habitat pada hama (Shinta, 2020; Hasyim *et al.*, 2014).

Kandungan zat aktif lain yang dapat mempengaruhi hama *S.oryzae* adalah alkaloid dan saponin. Penelitian Sami & Shakoori (2014) menyebutkan bahwa saponin mampu menjadi *repellent* terhadap *Tribolium castaneum* yang termasuk kelompok Coleoptera. Saponin akan masuk melalui sistem respirasi dan meningkatkan fluiditas membran (Maazoun *et al.*, 2019). Saponin dapat mengurangi viabilitas sel dengan meningkatkan permeasi membran hingga memfasilitasi masuknya zat insektisida (Geyter *et al.*, 2012). Penelitian yang dilakukan oleh Espinoza *et al.* (2021) menunjukkan bahwa alkaloid dapat berperan sebagai *repellent* terhadap hama *Haematobia irritans* yang termasuk kelompok Diptera.

Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan penggunaan daun segar dan simplisia terhadap daya tolak *S. oryzae*, serta tidak ada interaksi yang dihasilkan antara konsentrasi dengan penggunaan daun segar maupun simplisia. Tidak adanya pengaruh signifikan tersebut dapat disebabkan karena bahan alami yang digunakan mengalami kadar penurunan toksisitas. Penurunan toksisitas senyawa aktif pada bahan alami dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti suhu, pH, dan waktu (Purbowati *et al.*,

2016). Pestisida nabati memiliki kelemahan, yakni rentan mengalami kerusakan dan daya kerjanya yang relatif lambat, sehingga membutuhkan frekuensi penyemprotan yang lebih sering (Rusdi *et al.*, 2017).

Jumlah Imago Baru

Konsentrasi 20% *C. citratus* segar memiliki rata-rata jumlah imago baru sebanyak 29 ekor. Jumlah imago baru pada perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* segar lebih sedikit jika dibandingkan dengan imago baru yang terdapat pada kelompok kontrol negatif, yaitu sebanyak 60 ekor. Jika dibandingkan dengan kelompok kontrol positif, perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* segar menghasilkan nilai rata-rata yang lebih tinggi. Perlakuan yang menghasilkan rata-rata jumlah imago terendah setelah perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* segar adalah perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* simplisia, kemudian disusul oleh konsentrasi 10% *C. citratus* segar, konsentrasi 5% *C. citratus* segar, konsentrasi 10% *C. citratus* simplisia, dan konsentrasi 5% *C. citratus* simplisia, dengan hasil rerata berturut-turut sebanyak 36, 41, 41, dan 54 ekor.

Tabel 3. Rata-rata jumlah imago baru yang muncul

Perlakuan		Rata-rata (Ekor) ± SD
Konsentrasi	Penggunaan Daun	
A ₁	B ₁	29±4,99
	B ₂	33±4,65
A ₂	B ₁	35±0,95
	B ₂	41±7,93
A ₃	B ₁	41±11,9
	B ₂	54±7,14
Kontrol		
KP		21±7,12
KN		60±3,27

Konsentrasi *C. citratus* memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah imago baru ($p < 0,001$). Begitu juga penggunaan daun segar dan simplisia memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah imago baru ($p < 0,05$). Namun interaksi antara konsentrasi dan penggunaan daun segar serta simplisia terhadap jumlah imago baru tidak nyata secara statistik ($p > 0,05$).

Kontrol positif nyata menghasilkan jumlah imago lebih sedikit dibandingkan yang dihasilkan perlakuan lainnya. Hasil terbaik setelah kontrol positif diperoleh pada penggunaan konsentrasi 20% (Tabel 4). Konsentrasi 20% lebih banyak mengandung zat aktif salah satunya flavonoid. Flavonoid memiliki gugus katekol pada cincin B yang bertanggung jawab terhadap aktivitas toksikan serangga. Flavonoid dapat

mengganggu kerja hormon otak, hormon ecdison maupun hormon juvenil yang berperan dalam proses metamorfosis (Kurniawan *et al.*, 2013). Hormon otak berperan untuk memicu kelenjar prothorax agar mensekresikan hormon ecdison. Hormon ecdison bertugas dalam proses pengelupasan kulit (*molting*) dan hormon juvenil berperan dalam pertumbuhan pada masa larva (Embrikawentar & Ratnasari, 2019; Hendriwal *et al.*, 2017). Pembentukan hormon yang tidak optimal akibat aktivitas flavonoid akan mempengaruhi siklus metamorfosis sehingga dapat mempengaruhi pembentukan imago baru.

Tabel 4. Rata-rata jumlah imago baru pada konsentrasi

Perlakuan	Rata-rata
KP	21 a
20%	31 b
10%	39,75 b
5%	47,375 c
KN	60 d

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan

Jumlah imago baru yang muncul juga dipengaruhi oleh penggunaan ekstrak dari daun segar maupun simplisia. Penggunaan daun segar berbeda tidak nyata dengan simplisia, namun begitu nilai rata-rata jumlah imago baru lebih sedikit ditemukan pada pemberian daun segar dari pada simplisia (Tabel 5). Penggunaan daun segar lebih baik dari pada simplisia karena tidak melewati proses pengeringan. Proses pengeringan bahan alami yang tidak tepat dapat menyebabkan rusaknya senyawa aktif karena proses hidrolisis oleh enzim dan oksidasi (Ahmad, 2013). Oksidasi senyawa aktif dapat dipengaruhi oleh suhu, waktu, kelembaban udara, kelembaban bahan, kadar air bahan, aktivitas air, ketebalan bahan yang dikeringkan, sirkulasi udara, dan luas permukaan bahan (Muhammad *et al.*, 2015; Kosim *et al.*, 2015).

Tabel 5. Rata-rata jumlah imago baru pada penggunaan daun

Perlakuan	Rata-rata
KP	21 a
Daun Segar	31 b
Daun Simplisia	39,75 b
KN	60 c

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan

Persentase Kerusakan Beras

Konsentrasi 5% *C.citratius* simplisia menghasilkan rata-rata persentase kerusakan berat beras paling tinggi, yaitu sebesar 58,00±7,257%, bahkan lebih tinggi dari kelompok kontrol negatif. Perlakuan yang memiliki nilai rata-rata kerusakan berat beras terendah jika dibandingkan dengan kelompok kontrol negatif adalah perlakuan konsentrasi 20% *C. citratius* segar, yaitu sebesar 24,75±4,113%.

Tabel 6. Hasil rata-rata kerusakan beras

Perlakuan		Rata-Rata (%) ± SD
Konsentrasi	Penggunaan Daun	
A ₁	B ₁	24,75±4,113
	B ₂	28,00±4,967
A ₂	B ₁	34,75±0,957
	B ₂	32,75±2,500
A ₃	B ₁	54,00±3,266
	B ₂	58,00±7,257
Kontrol		
KP		20,25±0,957
KN		54,50±4,509

Konsentrasi menunjukkan pengaruh nyata ($p < 0,001$) terhadap persentase kerusakan beras. Sedangkan penggunaan daun segar dan simplisia tidak nyata pengaruhnya terhadap persentase kerusakan beras, serta tidak ada interaksi yang dihasilkan ($p > 0,05$).

Tabel 7. Persentase kerusakan beras pada konsentrasi

Perlakuan	Rata-rata
KP	20,25 a
20%	26,375 b
10%	33,75 c
KN	54,5 d
5%	56 d

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata antar perlakuan

Konsentrasi 20% memiliki rata-rata persentase kerusakan beras lebih rendah setelah kontrol positif. Kerusakan beras yang disebabkan oleh serangan *S. oryzae* dapat ditandai dengan adanya lubang dan gumpalan pada beras, selain itu terbentuk bubuk dan juga penumpukan feces pada beras (Hendriyal & Melinda, 2017). Kerusakan beras dapat diakibatkan oleh aktivitas larva maupun imago *S. oryzae* yang memakan butir beras, sehingga bobotnya menjadi berkurang. Menurut Rajashekar *et al.* (2012) dengan adanya pemberian ekstrak nabati pada bahan makanan serangga dapat

menjadikannya tidak menarik dan tidak enak. Pengaplikasian ekstrak nabati pada penelitian ini yang menghasilkan persentase kerusakan beras terendah, terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi 20%. Konsentrasi ekstrak 20% lebih banyak mengandung alkaloid jika dibandingkan dengan konsentrasi di bawahnya.

Alkaloid mengandung gugus N yang bersifat toksik pada serangga dan memiliki efek menghambat nafsu makan (*antifeedant*) (Adeyemi & Mohammed, 2014). Alkaloid juga dapat mengakibatkan efek *pre-ingestive*, yakni efek jera akibat rasa yang dihasilkan, misalnya pahit (Hansen *et al.*, 2016). Alkaloid masuk ke dalam tubuh serangga melalui pembentukan kompleks dengan lapisan lipid kutikula, sehingga menyebabkan hilangnya integritas membran. Senyawa alkaloid yang masuk ke dalam tubuh tersebut akan dan mengganggu kerja sistem saraf pusat, yakni dengan cara menghambat enzim asetilkolinesterase (AChE) (Maazoun *et al.*, 2019). Enzim AChE berfungsi untuk menghidrolisis asetikolin (neurotransmitter) menjadi asetat dan kolin. Apabila enzim ini terganggu, maka akan terjadi akumulasi asetilkolin yang berlebihan (Hidayatullah *et al.*, 2020). Asetilkolin yang tidak terhidrolisis akan terus menempel di reseptornya pada membran post sinapsis dan mengakibatkan kontraksi otot berkepanjangan (*vaso-kontriksi*) (Setyawati *et al.*, 2011).

Tabel 8. Penilaian organoleptik nasi setelah diberi berbagai perlakuan

Organo-leptik	Perlakuan						KP	KN
	A1B1	A1B2	A2B1	A2B2	A3B1	A3B2		
Hedonik								
Warna	3	2	3	2	4	3	4	4
Tekstur	3	3	3	3	3	3	3	3
Rasa	4	2	4	4	4	4	-	4
Aroma	3	3	3	3	4	3	4	4
Mutu Hedonik								
Warna	4	3	4	3	4	4	4	4
Tekstur	4	4	4	4	4	4	4	4
Rasa	3	2	4	3	4	4	-	4
Aroma	4	4	4	4	3	3	3	3
Total Rata-Rata	3,5	2,9	3,6	3,2	3,8	3,5	3,6	3,8

Keterangan Hedonik: (1) Tidak suka, (2) Agak suka, (3) Suka, (4) Sangat suka, (5) Amat sangat

Keterangan Mutu Hedonik:

Warna: (1) Sangat hijau, (2) Hijau, (3) Sedikit hijau, (4) Agak putih, (5) Putih

Tekstur: (1) Sangat kasar, (2) Kasar, (3) Sedikit kasar, (4) Pulen, (5) Sangat pulen

Rasa: (1) Pahit, (2) Sedikit pahit, (3) Hambar, (4) Cukup enak, (5) Sangat enak

Aroma: (1) Sangat tidak sedap, (2) Tidak sedap, (3) Tidak berbau, (4) Wangi, (5) Sangat wangi

Uji Organoleptik

Hasil uji organoleptik dibedakan menjadi uji hedonik dan kualitas mutu hedonik. Uji hedonik dan kualitas hedonik yang diuji meliputi beberapa aspek, antara lain yaitu warna, tekstur, rasa, dan aroma (Tabel 8).

Warna

Hasil analisis deskriptif melaporkan bahwa mutu hedonik warna nasi terendah terdapat pada perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* simplisia dan konsentrasi 10% *C. citratus* simplisia konsentrasi 5%, yakni warna yang dihasilkan sedikit hijau. Jika ditinjau dari tingkat kesukaannya, panelis agak suka dengan warna nasi tersebut dan lebih cenderung menyukai warna nasi pada umumnya. Hasil yang diperoleh tersebut sejalan dengan penelitian Rahmawati & Adi (2016) bahwasanya masyarakat lebih menyukai permen jely pada umumnya yang tidak diberi perlakuan. Jika dilihat dari hasil analisis dengan uji *Kruskal-Wallis*, diketahui bahwa penggunaan konsentrasi daun segar serta simplisia tidak berpengaruh signifikan terhadap tingkat kesukaan dan kualitas warna nasi ($p>0,05$). Tidak adanya pengaruh secara signifikan menunjukkan bahwa warna nasi yang dihasilkan pada setiap perlakuan sama. Perlakuan terbaik dapat ditunjukkan dengan nilai rata-rata tertinggi, yakni pada perlakuan konsentrasi 5% *C. citratus* segar.

Rasa

Tingkat kesukaan dan kualitas rasa nasi setelah diberi berbagai perlakuan dapat dilihat dari nilai rata-rata yang diperoleh. Nilai rata-rata terendah pada uji hedonik terdapat pada perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* simplisia yang menunjukkan panelis agak suka pada rasa nasi tersebut, sedangkan perlakuan lainnya memberikan nilai rata-rata yang sama yaitu hingga mencapai tingkat suka. Tingkat mutu hedonik rasa nasi berdasarkan nilai rata-rata menghasilkan hasil yang bervariasi. Hasil terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* simplisia yang menghasilkan rasa sedikit pahit. Rasa pahit yang dihasilkan mengindikasikan adanya senyawa alkaloid yang terkandung pada nasi. Rasa pahit karena alkaloid dapat diatasi dengan suatu bahan yang mengandung tanin. Penelitian Ledoh dan Irianto (2016) yang melaporkan bahwa adanya tanin pada kulit buah jambu mente dapat mengendapkan alkaloid pada daun pepaya, yakni dengan Reagen Wagner membentuk endapan berwarna merah bata. Jika ditinjau dari hasil analisis *Kruskal-Wallis*, pemberian konsentrasi dari daun segar maupun simplisia tidak berpengaruh signifikan terhadap rasa nasi ($p>0,05$).

Tekstur

Tekstur nasi jika dilihat secara analisis deskriptif melalui nilai rata-rata, memberikan hasil yang sama pada setiap perlakuan, yakni seluruh tekstur nasi pulen dengan tingkat kesukaan berada pada tingkat suka. Jika ditinjau melalui analisis *Kruskal-Wallis*, melaporkan bahwa pemberian konsentrasi dari daun segar serta simplisia tidak berpengaruh signifikan terhadap tekstur nasi ($p>0,05$). Tidak adanya perubahan tekstur disebabkan karena pemberian konsentrasi ekstrak dari daun segar dan simplisia tidak mempengaruhi kandungan air nasi, sehingga tekstur seluruh nasi yang dihasilkan sama. Nasi dengan kandungan air rendah menyebabkan teksturnya menjadi keras, sedangkan nasi dengan kandungan air yang tinggi menyebabkan teksturnya menjadi lembek (Mukti *et al.*, 2018).

Aroma

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan melaporkan bahwa nasi yang menghasilkan aroma wangi terdapat pada perlakuan konsentrasi 20% *C. citratus* segar, konsentrasi 20% *C. citratus* simplisia, konsentrasi 10% *C. citratus* segar, dan konsentrasi 10% *C. citratus* simplisia. Adanya aroma wangi yang khas dapat ditimbulkan dari minyak atsiri yang terkandung pada *C. citratus* (Mosse *et al.*, 2021), meskipun hasil yang tersebut tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kemungkinan besar tidak adanya pengaruh secara signifikan dapat disebabkan karena metode ekstraksi yang digunakan tidak dikhususkan untuk mengambil minyak atsiri, sehingga kandungan minyak atsiri yang dihasilkan sangat sedikit atau bahkan tidak ada. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Hasim *et al.* (2015) yang melaporkan bahwa ekstrak etanol daun *C. citratus* hanya ditemukan senyawa alkaloid, tanin, saponin, flavonoid, fenol dan steroid.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian dapat disimpulkan bahwa pemberian konsentrasi 20% ekstrak *C. citratus* dari daun segar memberikan hasil terbaik terhadap persentase repelensi ($68,50\pm 14,45\%$), jumlah imago baru ($29\pm 4,99$ ekor), dan juga persentase kerusakan beras ($24,75\pm 4,113\%$). Hasil uji organoleptik yang meliputi uji hedonik dan kualitas hedonik menunjukkan bahwa, perlakuan konsentrasi 5% *C. citratus* segar memiliki rata-rata tertinggi setelah perlakuan kontrol negatif. Hasil uji organoleptik menginformasikan bahwa pemberian konsentrasi ekstrak *C. citratus* dari daun segar dan simplisia berpengaruh tidak signifikan terhadap warna, tekstur, rasa dan aroma.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyemi, M. M. & Mohammed, M. (2014). Prospect of antifeedant secondary metabolites as post harvest material. *International Journal of Innovative Research in Science*, 3(1), 8701–8708.
- Ahmad, M. (2013). Protective effects of curcumin against lithium-pilocarpine induced status epilepticus, cognitive dysfunction and oxidative stress in young rats. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 20(2), 155–162. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2013.01.002>.
- Akhtar, N., & Mahmood, T. (2013). Repellent effects of certain plant extracts against rice weevil, *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). *Int J Agric Appl Sci*, 5(1), 69–73.
- Arivoli, S. & Tennyson, S. (2013). Antifeedant activity, development indices and morphogenetic variation of plant extracts against *Spodoptera litura* (Fab.) (Lepidoptera: Noctuidae). *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Sciences*, 1(4), 87–96. <https://doi.org/10.5829/idosi.ajeaes.2012.12.06.63178>
- BPS. (2018). Pengeluaran untuk konsumsi penduduk Indonesia (berdasarkan hasil susenas Maret 2018). Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, Jakarta.
- Embrikawentar, Z. C. & Ratnasari, E. (2019). Efektivitas ekstrak daun sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap mortalitas hama walang sangit (*Leptocorisa acuta*). *LenteraBio*, 8(3), 196–200.
- Espinoza, J., Chacón-Fuentes, M., Quiroz, A., Bardehle, L., Escobar-Bahamondes, P. & Ungerfeld, E. (2021). Antifeedant effects and repellent activity of loline alkaloids from endophyte-infected tall fescue against horn flies, *Haematobia irritans* (Diptera: Muscidae). *Molecules*, 26(4), 817. <https://doi.org/10.3390/molecules26040817>.
- Gasmalla, M. A. A., Yang, R., Amadou, I. & Hua, X. (2014). Nutritional composition of *Stevia rebaudiana* bertonii leaf: Effect of drying method. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 13(1), 61–65. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v13i1.9>.
- Geyter, D. E., Swevers, L., Soin, T., Geelen, D. & Smagghe, G. (2012). Saponins do not affect the ecdysteroid receptor complex but cause membrane permeation in insect culture cell lines. *Journal of Insect Physiology*, 58(1), 18–23. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2011.09.005>.
- Govindarajan, M., Mathivanan, T., Elumalai, K., Krishnappa, K. & Anandan, A. (2011). Ovicidal and repellent activities of botanical extracts against *Culex quinquefasciatus*, *Aedes aegypti* and *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 1(1), 43–48. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(11\)60066-X](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(11)60066-X).
- Hansen, S. C., Stolter, C., Imholt, C. & Jacob, J. (2016). Plant secondary metabolites as rodent repellents: a systematic review. *Journal of Chemical Ecology*, 42(9), 970–983. <https://doi.org/10.1007/s10886-016-0760-5>.
- Hasim, H., Falah, S., Ayunda, R. D. & Faridah, D. N. (2015). Potential of lemongrass leaves extract (*Cymbopogon citratus*) as prevention for oil oxidation. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(10), 55–60.
- Hasyim, A., Setiawati, W., Jayanti, H. & Krestini, E. (2014). Repelensi minyak atsiri terhadap hama gudang bawang *Ephestia cautella* (Walker) (Lepidoptera: Pyralidae) di laboratorium. *J. Hort.*, 24(4), 336–345.
- Hendrival, & Melinda, L. (2017). Pengaruh kepadatan populasi *Sitophilus oryzae* (L.) terhadap pertumbuhan populasi dan kerusakan beras. *Biospecies*, 10(1), 17–24. <https://doi.org/10.22437/biospecies.v10i1.3484>.
- Hendrival, Ninggsih, M. S., Maryati, Putri, C. N. & Nasrianti. (2017). Sinergisme serbuk daun *Ageratum conyzoides*, rimpang *Curcuma longa*, dan *Zingiber officinale* terhadap *Sitophilus oryzae* L. *Agrovigor*, 10(2), 101–109.
- Hidayatullah, T., Barliana, M. I., Pangaribuan, B., Wijaya, A., Sumiwi, S. A. & Goenawan, H. (2020). Hubungan faktor okupasi terhadap aktivitas asetilkolinesterase eritrosit dan fungsi kognitif pada petani yang menggunakan pestisida organofosfat. *Jurnal Farmasi Klinik Indonesia*, 9(2), 128–136. <https://doi.org/10.15416/ijcp.2020.9.2.128>.
- Isnaini, M., Pane, E. R. & Wiridianti, S. (2015). Pengujian beberapa jenis insektisida nabati terhadap kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.). *Jurnal Biota*, 1(1), 1–8.
- Jayakumar, M., Arivoli, S., Raveen, R. & Tennyson, S. (2017). Repellent activity and fumigant toxicity of a few plant oils against the adult rice weevil *Sitophilus oryzae* Linnaeus 1763 (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(2), 324–335.
- Kosim, A., Suryati, T. & Gunawan, A. (2015). Sifat fisik dan aktivitas antioksidan dendeng daging sapi dengan penambahan stroberi (*Fragaria ananassa*) sebagai bahan curing. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 3(3), 189–196.
- Kurniawan, N., Yulianti & Rachmadiarti, F. (2013). Uji bioaktivitas ekstrak daun suren (*Toona*

- sinensis*) terhadap mortalitas larva *Plutella xylostella* pada tanaman sawi hijau. *LenteraBio*, 2 (3), 203–206.
- Ledoh, S. M., & Irianto, F. (2016). Perbandingan total alkaloid pada daun pepaya (*Carica papaya* L.) akibat perebusan bersama dengan atau tanpa kulit buah jambu mente (*Anacardium occidentale* L.). *Jurnal MIPA FST UNDANA*, 20(1), 89–95.
- Maazoun, A. M., Hamdi, S. H., Belhadj, F., Jemâa, J. M. Ben, Messaoud, C. & Marzouki, M. N. (2019). Phytochemical profile and insecticidal activity of *Agave americana* leaf extract towards *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae). *Environmental Science and Pollution Research*, 26(19), 19468–19480. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05316-6>.
- Mosse, A. F., Prasetyaningsih, A. & Aditiyarini, D. (2021). Potensi ekstrak daun binahong (*Androdera cordifolia* (Ten.) Steenis) dan minyak atsiri serai (*Cymbopogon citratus* (DC.) Stapf) sebagai bahan aktif hand sanitizer spray. *Jurnal Pendidikan, Matematika, dan Sains*, 6 (1), 17–30.
- Muhammad, P. H., Wrasati, L. P. & Anggraeni, A. A.M. D. (2015). Pengaruh suhu dan lama curing terhadap kandungan senyawa bioaktif ekstrak etanol bunga kecombrang (*Nicolaia speciosa* Horan). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 3(4), 92–102.
- Muhridja, M., Bialangi, N., Wenny, J. A. & Musa. (2016). Isolasi dan karakterisasi senyawa aktif repellent nyamuk dari ekstrak rimpang jeringau (*Acorus calamus*). *Jurnal Entropi*, 11(2), 176–184.
- Mukti, K. S., Rohmawati, N., & Sulistiyani, S. (2018). Analisis kandungan karbohidrat, glukosa, dan uji daya terima pada nasi bakar, nasi panggang, dan nasi biasa. *Jurnal Agroteknologi*, 12(01), 90–99. <https://doi.org/10.19184/j-agt.v12i1.8333>
- Nambiar, V., & Matela, H. (2012). Potential functions of lemon grass (*Cymbopogon citratus*) in health and disease. *International Journal of Pharmaceutical and Biological Archives*, 3(5), 1035–1043.
- Nisa, I. C. (2020). Komparasi efektifitas ekstrak bawang putih dan umbi gadung dalam mengatasi hama jangkrik pada tanaman cabai. *Agroland: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 27(2), 204–213. <https://doi.org/10.22487/agroland.nasional.v27i2.529>.
- Nova, P., Yenie, E., & Elysia, S. (2017). Pemanfaatan pestisida nabati dari ekstrak daun pandan wangi dan umbi bawang putih. *JOM FTEKNIK*, 4(1), 1–7.
- Panneerselvam, C. & Murugan, K. (2013). Adulticidal, repellent, and ovicidal properties of indigenous plant extracts against the malarial vector, *Anopheles stephensi* (Diptera: Culicidae). *Parasitology Research*, 112(2), 679–692. <https://doi.org/10.1007/s00436-012-3185-2>.
- Purbowati, I. S. M., Syamsu, K., Warsiki, E. & Sri, H. (2016). Stabilitas senyawa fenolik dalam ekstrak dan nanokapsul kelopak bunga Rosella pada berbagai variasi pH, suhu dan waktu. *Agrointek*, 10(1), 31–40.
- Rahman, M. Y., Fitriyanti, D., Aphrodyanti, L. & Indar, M. (2021). Uji efektivitas pemberian serbuk daun sirih merah (*Piper crocatum*) terhadap mortalitas kutu beras (*Sitophilus oryzae* L.). *Proteksi Tanaman Tropika*, 4(01), 264–270.
- Rahmawati, P. S. & Adi, A. C. (2016). Daya terima dan zat gizi permen jeli dengan penambahan bubuk daun kelor (*Moringa oleifera*). *Media Gizi Indonesia*, 11(1), 86–93.
- Rajashekar, Y., Bakthavatsalam, N. & Shivanandappa, T. (2012). Botanicals as grain protectants. *Psyche (London)*, 2012, 1–13. <https://doi.org/10.1155/2012/646740>.
- Ratnawati, Djaeni, M. & Hartono, D. (2013). Perubahan kualitas beras selama penyimpanan. *Pangan*, 22(3), 199–208.
- Rehman, J. U., Ali, A. & Khan, I. A. (2014). Plant based products: Use and development as repellents against mosquitoes: A review. *Fitoterapia*, 95, 65–74. <https://doi.org/10.1016/j.fitote.2014.03.002>.
- Rusdi, R., Purwati, T., Budidjanto, B. & Riyanto, R. (2017). Pemanfaatan daun mimba sebagai pestisida organik di Kecamatan Kademangan Kota Probolinggo. *Jurnal Pambudi*, 1(1), 82–91.
- Saenong, M. S. (2017). Tumbuhan Indonesia potensial sebagai insektisida nabati untuk mengendalikan hama kumbang bubuk jagung (*Sitophilus spp.*). *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 35(3), 131–142. <https://doi.org/10.21082/jp3.v35n3.2016.p131-142>.
- Sami, A. & Shakoori, A. (2014). Potential of Azadirachtin and Neem (*Azadirachta indica*) Based Saponins as Biopesticides for In vitro Insect Pests Cellulase (Beta-1,4-Endoglucanase) Enzyme Inhibition and In vivo Repellency on *Tribolium castaneum*. *British Biotechnology Journal*, 4(8), 904–917. <https://doi.org/10.9734/bbj/2014/6903>.
- Samsudin, Soesanthy, F. & Syafaruddin. (2016). Aktivitas repelensi dan insektisidal beberapa ekstrak dan minyak nabati terhadap hama gudang *Ephestia cautella*. *J. Tidp*, 3(2), 117–126.
- Saputra, T. R., Ngatin, A. & Sarungu, Y. T. (2018). Penggunaan metode ekstraksi maserasi dan partisi pada tumbuhan cocor bebek (*Kalanchoe pinnata*)

- dengan kepolaran berbeda. *Fullerene Journal of Chemistry*, 3(1), 5–8. [https://doi.org/ 10.37033/fjc.v3i1.26](https://doi.org/10.37033/fjc.v3i1.26).
- Sari, K. I. P., Periadnadi & Nasir, N. (2013). Uji antimikroba ekstrak segar jahe-jahean (Zingiberaceae) terhadap *Staphylococcus aureus* , *Escherichia coli* dan *Candida albicans*. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 2(1), 20–24.
- Setyawati, I., Wiratmini, N.I. & Wiryatno, J. (2011). Pertumbuhan, Histopatologi Ovarium dan Fekunditas ikan Nila merah (*Oreochromis niloticus*) setelah paparan pestisida organofosfat. *Jurnal Biologi Udayana*, 12(2), 44–48.
- Shinta, N. P. M. A. (2020). Uji aktivitas repelen ekstrak etanol bunga marigold (*Tagetes erecta*) terhadap nyamuk *Aedes aegypti*. *Pharmauho: Jurnal Farmasi, Sains, dan Kesehatan*, 6(2), 54–59. <https://doi.org/10.33772/pharmauho.v6i2.13339>.
- Syafarina, M. (2017). Perbedaan total flavonoid antara tahap pengeringan alami dan buatan pada ekstrak daun Binjai (*Mangifera caesia*). *Kedokteran Gigi*, 1(1), 84–88.
- Togola, A., Secj, P. A., Glitho, I. A., Diagne, A., Adda, C., Toure, A. & Nwilene, F. E. (2013). Economic losses from insect pest infestation on rice stored on-farm in Benin. *J. Applied Sci*, 13(2), 278–285. <https://doi.org/10.3923/jas.2013.278.285>.
- Tuntun, M. (2016). Uji efektivitas ekstrak daun pepaya (*Carica papaya* L.) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan*, 7(3), 497–502. <https://doi.org/10.26630/jk.v7i3.235>.
- Wanger, T. C., Darras, K., Bumrungsri, S., Tschamtke, T. & Klein, A. M. (2014). Bat pest control contributes to food security in Thailand. *Biological Conservation*, 171, 220–223. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.01.030>.