

**Sinergisme Serbuk Daun *Ageratum conyzoides*, Rimpang *Curcuma longa*, dan *Zingiber officinale* terhadap *Sitophilus oryzae* L.
(*Synergism of Leaf Powder Ageratum conyzoides, Rhizome Curcuma longa, and Zingiber officinale against Sitophilus oryzae* L.)**

Hendrival^{1*}, Mentari Setia Ninggih¹, Maryati¹, Cut Nura'la Putri¹, Nasrianti¹

¹Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Malikussaleh, Jalan Banda Aceh–Medan, Kampus Utama Reuleut, Kecamatan Muara Batu, Kabupaten Aceh Utara Kode Pos 24355 email: hendrival@unimal.ac.id

Diterima 21 Desember 2016/Disetujui 14 Januari 2017

ABSTRACT

Sitophilus oryzae are one of the most serious stored grain pests in the worldwide. Control by using synthetic insecticides with fumigation on can cause to *S. oryzae* resistance. One way of control that can be applied is to use a botanical insecticide. The research aimed to determine the synergism of *A. conyzoides* leaf powder, rhizome *Curcuma longa* and *Z. officinale* against imago *S. oryzae*. The research methods included single and mixed toxicity testing. Application leaf powders *A. conyzoides*, rhizome *C. longa*, and *Z. officinale* separately as well as an effective mixture of *S. oryzae*. Application *A. conyzoides* leaf powder single have LC50 value 3.96 mg/g and LC90 15.43 mg/g, *Z. officinale* rhizome has a value LC50 6.29 mg/g and LC90 15.43 mg/g, and rhizome powder *C. longa* has LC50 value 5.27 mg/g and 31.49 mg/g. The mixture leaf *A. conyzoides* with *Z. officinale* rhizome powder has an LC50 value of 2.47 mg/g and LC90 of 6.86 mg/g, whereas the mixture with powder *C. longa* has LC50 2.75 mg/g and 12.85 mg/g. The mixture of leaf powder *A. conyzoides* with rhizome *C. longa* and *Z. officinale* is more toxic than its single and synergistic to imago *S. oryzae*. The mixture *A. conyzoides* leaf powder with *Z. officinale* rhizome powder is more toxic and synergic than its mixture with rhizome powder *C. longa*. Application leaf powder *A. conyzoides*, rhizome powder *C. longa* and *Z. officinale* on single and mixture can be used to control *S. oryzae* pests in grain during storage

Keywords: *Sitophilus oryzae*, *Ageratum conyzoides*, *Curcuma longa*, *Zingiber officinale*, synergism insecticide

ABSTRAK

Sitophilus oryzae merupakan salah satu hama utama pada biji-bijian di penyimpanan di seluruh dunia. Pengendalian dengan menggunakan insektisida sintetik dengan fumigasi secara terus-menerus dapat mengakibatkan resistensi *S. oryzae*. Salah satu cara pengendalian yang dapat diterapkan adalah dengan menggunakan insektisida nabati. Penelitian bertujuan untuk menentukan sinergisme serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* terhadap imago *S. oryzae*. Metode penelitian meliputi pengujian toksisitas tunggal dan campuran. Aplikasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* secara terpisah maupun campuran efektif terhadap *S. oryzae*. Aplikasi serbuk daun *A. conyzoides* secara tunggal memiliki nilai LC50 3.96 mg/g dan LC90 15.43 mg/g, serbuk rimpang *Z. officinale* memiliki nilai LC50 6.29 mg/g dan LC90 15.43 mg/g, dan serbuk rimpang *C. longa* memiliki nilai LC50 5.27 mg/g dan 31.49 mg/g. Campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* memiliki nilai LC50 2.478 mg/g dan LC90 6.863 mg/g, sedangkan campuran dengan serbuk rimpang *C. longa* memiliki nilai LC50 2.757 mg/g dan 12.854 mg/g. Campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* lebih beracun daripada tunggalnya dan bersifat sinergis terhadap imago *S. oryzae*. Campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* lebih beracun dan bersinergis dibandingkan campurannya dengan serbuk rimpang *C. longa*. Aplikasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* secara tunggal dan campurannya dapat digunakan untuk mengendalikan hama *S. oryzae* pada gabah selama penyimpanan

Kata kunci: *Sitophilus oryzae*, *Ageratum conyzoides*, *Curcuma longa*, *Zingiber officinale*, sinergisme insektisida

PENDAHULUAN

Sitophilus oryzae menyebabkan kerugian besar pada bahan pangan selama penyimpanan secara kuantitatif maupun kualitatif di seluruh dunia. Serangga dewasa dan larva *S. oryzae* merusak bahan pangan dengan memakan karbohidrat dalam butiran biji sehingga terjadi penurunan

susut berat pangan dan kontaminasi produk (Park *et al.*, 2003), mengurangi viabilitas benih, menurunkan nilai pasar, dan mengurangi nilai gizi. Hama *S. oryzae* menyebabkan kerusakan pada biji-bijian yang disimpan pada 25–30 °C dan RH rendah (Batta, 2004). Untuk mengatasi permasalahan kerusakan pada bahan pangan seperti biji-biji di penyimpanan perlu dilakukan pengendalian hama *S. oryzae*,

cara yang banyak digunakan adalah menggunakan insektisida sintetik. Pengendalian hama *S. oryzae* dengan insektisida sintetik banyak dilakukan secara fumigasi menggunakan insektisida fosfin atau fumigan kimia lainnya. Penggunaan insektisida sintetik dengan fumigasi secara terus-menerus dapat mengakibatkan berbagai dampak negatif seperti toksisitas pada konsumen dan resistensi *S. oryzae* (Benhalima *et al.*, 2004). Salah satu alternatif pengendalian hama *S. oryzae* yang layak dikembangkan adalah penggunaan insektisida nabati. Penggunaan insektisida nabati sangat dianjurkan untuk mengendalikan *S. oryzae* dan hama pascapanen lainnya di penyimpanan gabah pada tingkat petani karena ketersediaan sumber insektisida nabati banyak di lingkungan petani.

Penggunaan insektisida nabati dari dapat mengurangi kerusakan biji-bijian akibat serangan *S. oryzae* selama penyimpanan merupakan salah satu cara pengendalian yang berwawasan lingkungan. Berbagai famili tumbuhan yang berpotensi sebagai sumber insektisida nabati yaitu Meliaceae, Annonaceae, Piperaceae, Verbenaceae, Asteraceae, dan Zingiberaceae. Tumbuhan *Ageratum conyzoides* (Asteraceae) tergolong tumbuhan liar dengan ketersediaan berlimpah dan belum banyak dimanfaatkan (Hendriwal & Marwan, 2016). Tumbuhan *A. conyzoides* diketahui memiliki aktivitas insektisida terhadap hama yang menyerang bahan pangan biji-bijian seperti *S. oryzae* di penyimpanan (Bouda *et al.*, 2001; Moreira *et al.*, 2007; Gani, 2010). Tanaman dari Zingiberaceae seperti *Curcuma longa* sin *Curcuma domestica* (Chayengia *et al.*, 2010; Asawalam *et al.*, 2012) dan jahe (*Zingiber officinale*) (Franz *et al.*, 2011; Asawalam *et al.*, 2012) diketahui memiliki aktivitas insektisida terhadap hama *S. oryzae* di penyimpanan. Serbuk rimpang kunyit dan jahe dapat menyebabkan kematian imago *S. oryzae* (Govindan & Nelson, 2009). Insektisida nabati dapat digunakan secara tunggal atau campuran, namun sebelum insektisida digunakan dalam bentuk campuran, sifat aktivitasnya perlu diketahui. Pengujian serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* perlu dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas insektisida terhadap *S. oryzae*. Penelitian bertujuan untuk menentukan sinergisme serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* terhadap imago *S. oryzae*.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman, Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian Universitas Malikussaleh dari bulan Agustus 2015 sampai Desember 2016. Pemiakkan serangga *S. oryzae* dilakukan pada stoples dengan kapasitas 0,5 kg yang berisikan beras merah sebanyak 250 g. Imago *S. oryzae* yang diperoleh dari gudang penyimpanan padi diinfestasikan ke dalam stoples pemeliharaan dengan tingkat populasi 50 pasang imago *S. oryzae* dengan 250 g beras merah. Pemiakan *S. oryzae* dilakukan selama empat minggu sesuai dengan siklus hidup *S. oryzae* dari peletakkan telur hingga keluarnya imago. Pengayakan beras dilakukan untuk memisahkan 50 pasang imago *S. oryzae* dari media

beras, setelah masa infestasi selesai dilakukan. Media beras tersebut diinkubasikan kembali sampai muncul imago *S. oryzae* yang baru. Imago-imago *S. oryzae* tersebut disimpan pada media beras yang baru. Pengayakan dilakukan secara berulang setiap hari hingga didapatkan jumlah imago *S. oryzae* dengan umur yang seragam.

Pembuatan insektisida nabati dengan cara memotong bahan nabati segar dari daun *A. conyzoides* serta rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* menjadi ukuran tipis (0,5–1 mm). Bahan nabati dari daun *A. conyzoides* dikeringanginkan selama 48 jam, sedangkan dari rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* dikeringanginkan selama 5 hari, setelah bahan nabati tersebut kering, kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender sampai menjadi serbuk. Serbuk dari hasil penghancuran kemudian disaring dengan menggunakan ayakan yang berlapis kain organdi untuk mendapatkan serbuk yang lebih halus dan digunakan sebagai bahan insektisida nabati untuk penelitian.

Pengujian Toksisitas Tunggal

Pengujian toksisitas insektisida nabati menggunakan konsentrasi serbuk insektisida nabati yaitu 2,5, 5, 10, 20, 40, 80, dan 160 mg/g gabah serta kontrol. Untuk setiap taraf konsentrasi menggunakan 60 ekor imago *S. oryzae* dengan tiga ulangan (20 ekor imago *S. oryzae* per ulangan). Aplikasi bahan insektisida menggunakan metode pencampuran dengan makanan. Cara ini biasanya terbatas untuk biji-bijian yang digunakan sebagai benih, bukan untuk konsumsi (Hendriwal & Marwan, 2016). Pengujian bahan insektisida nabati terhadap *S. oryzae* dilakukan mencampurkan bahan insektisida dengan gabah padi dari varietas Ciharang sebanyak 100 g gabah per stoples plastik. Campuran bahan insektisida nabati dan padi ditempatkan ke dalam stoples plastik dengan ukuran diameter 5 cm dan 10 cm. Imago *S. oryzae* yang berumur 7–14 hari dari hasil pembiakan dengan tingkat populasi 10 pasang imago dimasukkan ke dalam stoples plastik dan disimpan selama pelaksanaan penelitian. Mortalitas imago *S. oryzae* mulai dicatat sejak 1 sampai 10 hari setelah aplikasi (HSA) bahan insektisida nabati. Hubungan kematian serangga uji dengan konsentrasi bahan insektisida nabati dapat digambarkan dalam hubungan probit. Nilai LC50 dan LC90 dihitung dengan analisis probit menggunakan program POLO-PLUS.

Pengujian Toksisitas Campuran

Serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* diuji dalam bentuk campuran pada tujuh taraf konsentrasi yang diharapkan dapat mengakibatkan kematian imago *S. oryzae* antara 5 sampai 90%. Pengujian toksisitas campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* pada perbandingan yaitu 1:2 (b/b) yang ditentukan berdasarkan hasil pengujian toksisitas secara tunggal. Konsentrasi campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* yaitu 2.07, 4.14, 8.27, 16.55, 33.09, 66.18, 132.37 mg/g, dan kontrol. Konsentrasi campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* yaitu

1.82, 3.63, 7.26, 14.52, 29.04, 58.07, 116.14 mg/g, dan kontrol. Untuk setiap taraf konsentrasi menggunakan 60 ekor imago *S. oryzae* dengan tiga ulangan (20 ekor imago *S. oryzae* per ulangan). Cara pengujian dan waktu pengamatan pada toksisitas campuran seperti pada pengujian toksisitas tunggal.

Sifat aktivitas campuran dianalisis berdasarkan model kerja bersama berbeda dengan menghitung indeks kombinasi pada taraf LC50 dan LC90. Indeks kombinasi tersebut dihitung dengan rumus berikut (Chou & Talalay, 1984) yaitu.

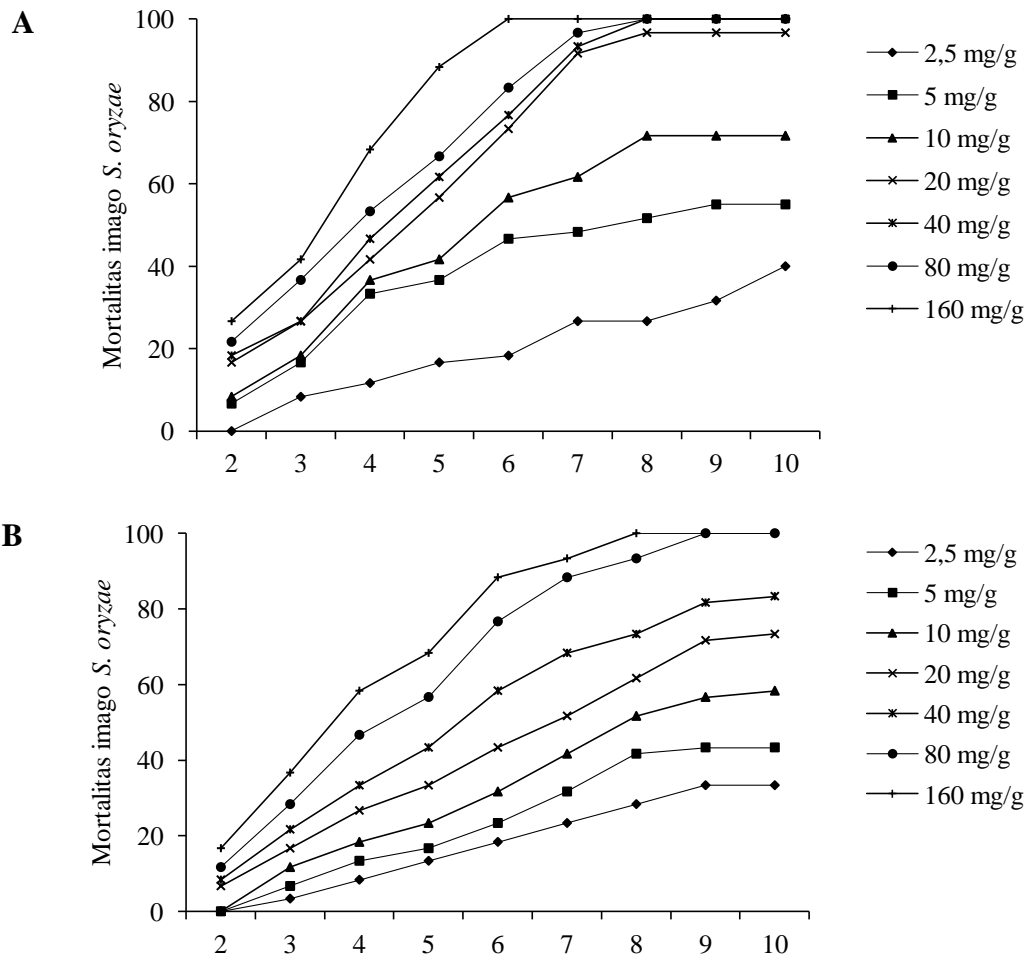
$$IK = \frac{LC_x^{1(campuran)}}{LC_x^1} + \frac{LC_x^{2(campuran)}}{LC_x^2} + \left[\frac{LC_x^{1(campuran)}}{LC_x^1} \times \frac{LC_x^{2(campuran)}}{LC_x^2} \right]$$

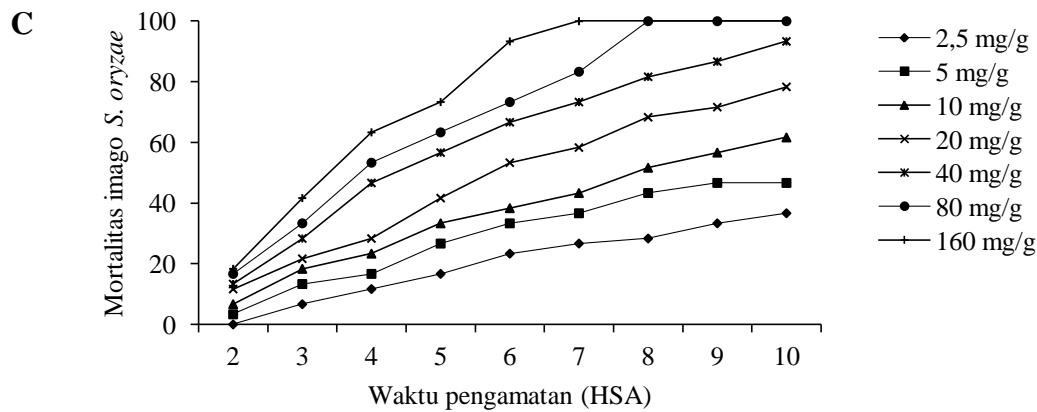
LC_x^1 dan LC_x^2 masing-masing merupakan LC_x serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* pada pengujian tunggal; $LC_x^{1(campuran)}$ dan $LC_x^{2(campuran)}$ masing-masing LC_x serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* dalam campuran yang mengakibatkan mortalitas x (misal 50% dan 90%). Nilai LC_x tersebut diperoleh dengan cara mengalikan $LC_x^{(campuran)}$ dengan proporsi konsentrasi serbuk dalam campuran. Kategori sifat interaksi campuran sebagai berikut (diadaptasi dari Gisi, 1996) yaitu sinergistik kuat ($IK < 0.5$), sinergistik lemah ($0.5 \leq IK \leq 0.77$), aditif ($0.77 < IK \leq 1.43$), dan antagonistik ($IK > 1.43$).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Toksisitas Tunggal Insektisida Nabati

Perkembangan mortalitas imago *S. oryzae* setelah aplikasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* menunjukkan pola yang serupa dengan mortalitas mencapai > 95% sampai akhir pengamatan. Mortalitas imago *S. oryzae* setelah aplikasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* banyak terjadi pada pengamatan 2–8 HSA. Peningkatan mortalitas imago *S. oryzae* terpaut dengan peningkatan konsentrasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* sehingga diketahui bahwa aktivitas insektisida dari serbuk-serbuk tersebut bersifat aktif secara kuantitatif. Mortalitas imago *S. oryzae* yang meningkat berdasarkan lamanya pengamatan menunjukkan bahwa kematian imago secara bertahap dan tidak terjadi segera setelah aplikasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale*. Penilaian hubungan konsentrasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* terhadap mortalitas imago *S. oryzae* ditentukan dari pengamatan 4–10 HSA (Gambar 1).





Gambar 1. Perkembangan tingkat mortalitas imago *S. oryzae* pada perlakuan dengan serbuk daun *A. conyzoides* (A), serbuk rimpang *Z. officinale* (B), dan serbuk rimpang *C. longa* (C). Pada semua perlakuan insektisida nabati, tidak ada kematian larva kontrol hingga 10 HSA

Tabel 1. Pendugaan parameter hubungan konsentrasi insektisida nabati dengan mortalitas imago *S. oryzae*

| Jenis insektisida nabati | Waktu penilaian (hari setelah aplikasi) | Intersep garis probit ± galat baku | Kemiringan regresi probit ± galat baku | LC50 (selang kepercayaan 95%) (mg/g) | LC90 (selang kepercayaan 95%) (mg/g) |
|--------------------------|---|------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <i>A. conyzoides</i> | 4 | 3.845 ± 0.160 | 0.710 ± 0.109 | 42.22 (27.99–72.53) | tidak tercapai |
| | 5 | 3.811 ± 0.160 | 0.972 ± 0.114 | 16.66 (12.10–22.58) | tidak tercapai |
| | 6 | 3.803 ± 0.242 | 1.306 ± 0.191 | 8.23 (4.33–13.05) | 78.81 (42.56–255.47) |
| | 7 | 3.653 ± 0.188 | 1.817 ± 0.178 | 5.50 (4.31–6.77) | 27.93 (21.56–39.42) |
| | 8 | 3.256 ± 0.237 | 2.558 ± 0.273 | 4.80 (3.98–5.65) | 15.22 (12.29–20.44) |
| | 9 | 3.460 ± 0.229 | 2.388 ± 0.263 | 4.41 (3.57–5.25) | 15.17 (12.14–20.66) |
| | 10 | 3.702 ± 0.218 | 2.170 ± 0.248 | 3.96 (3.09–4.82) | 15.43 (12.20–21.44) |
| <i>Z. officinale</i> | 4 | 3.241 ± 0.184 | 0.874 ± 0.119 | 102.34 (66.83–192.37) | tidak tercapai |
| | 5 | 3.413 ± 0.172 | 0.912 ± 0.115 | 54.66 (38.68–85.78) | tidak tercapai |
| | 6 | 3.444 ± 0.168 | 1.165 ± 0.118 | 21.59 (16.64–28.20) | tidak tercapai |
| | 7 | 3.623 ± 0.165 | 1.234 ± 0.122 | 13.03 (9.97–16.68) | 142.32 (93.80–255.66) |
| | 8 | 3.775 ± 0.166 | 1.319 ± 0.132 | 8.47 (6.38–10.82) | 79.43 (55.26–131.46) |
| | 9 | 3.851 ± 0.169 | 1.408 ± 0.142 | 6.53 (4.87–8.33) | 53.12 (38.29–83.22) |
| | 10 | 3.791 ± 0.174 | 1.514 ± 0.151 | 6.29 (4.77–7.92) | 44.17 (32.55–66.89) |
| <i>C. longa</i> | 4 | 3.401 ± 0.174 | 0.878 ± 0.115 | 64.47 (44.48–106.83) | tidak tercapai |
| | 5 | 3.712 ± 0.162 | 0.864 ± 0.111 | 30.35 (21.68–44.48) | tidak tercapai |
| | 6 | 3.744 ± 0.161 | 1.074 ± 0.117 | 14.74 (10.96–19.46) | 229.74 (137.39–489.74) |
| | 7 | 3.713 ± 0.164 | 1.252 ± 0.126 | 10.64 (8.06–13.63) | 112.23 (75.39–196.13) |
| | 8 | 3.655 ± 0.245 | 1.546 ± 0.208 | 7.40 (4.40–10.99) | 49.92 (29.96–123.35) |
| | 9 | 3.794 ± 0.175 | 1.529 ± 0.153 | 6.13 (4.65–7.72) | 42.21 (31.20–63.69) |
| | 10 | 3.806 ± 0.182 | 1.651 ± 0.168 | 5.27 (4.01–6.60) | 31.49 (23.77–46.11) |

Hasil analisis probit menunjukkan bahwa nilai LC50 dan LC90 dari serbuk daun *A. conyzoides*, rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* mengalami penurunan tajam sampai pada 8 HSA. Penurunan nilai LC50 dan LC90 tersebut karena terjadinya peningkatan jumlah imago *S. oryzae* yang mati, sedangkan pada akhir pengamatan terjadi penurunan nilai LC50 dan LC90 yang rendah karena terjadinya penurunan jumlah imago *S. oryzae* yang mati. Nilai LC50 dan LC90 dari serbuk daun *A. conyzoides* cenderung lebih rendah

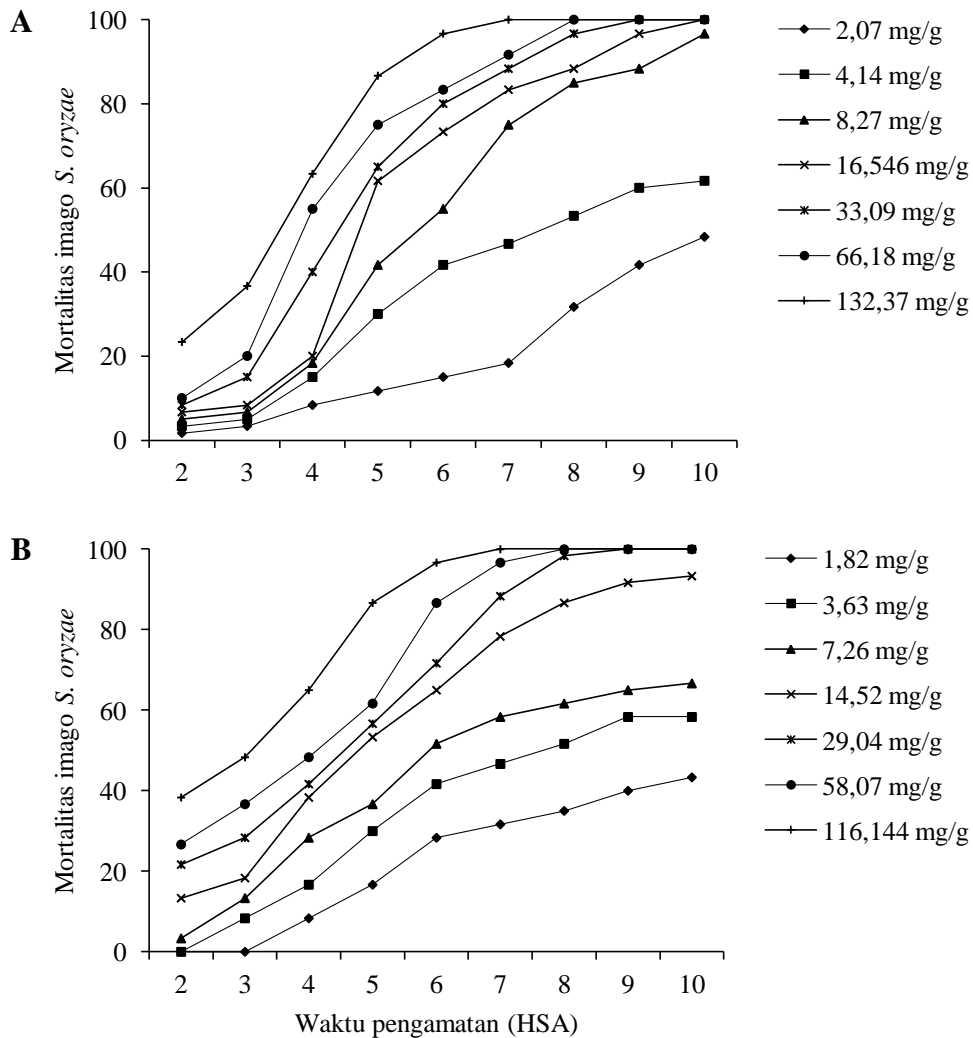
dibandingkan dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* (Tabel 1). Berdasarkan nilai LC50 pada pengamatan 10 HSA diketahui bahwa serbuk daun *A. conyzoides* memiliki sekitar 1.58 kali lebih beracun dari serbuk rimpang *Z. officinale* dan 1.33 kali lebih beracun dari serbuk rimpang *C. longa*, sedangkan serbuk rimpang *C. longa* memiliki sekitar 1.19 kali lebih beracun dari rimpang *Z. officinale*. Serbuk daun *A. conyzoides* memiliki toksisitas

yang tinggi terhadap imago *S. oryzae* dibandingkan dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale*.

Toksisitas Campuran Insektisida Nabati

Perkembangan mortalitas imago *S. oryzae* setelah aplikasi campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* menunjukkan pola yang serupa dengan mortalitas mencapai > 95% sampai akhir pengamatan. Mortalitas imago *S. oryzae* setelah aplikasi campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa*, dan *Z. officinale* banyak terjadi pada pengamatan 2–9 HSA. Peningkatan mortalitas imago *S. oryzae* terpaut dengan peningkatan konsentrasi campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* sehingga diketahui bahwa aktivitas insektisida dari

campuran tersebut bersifat aktif secara kuantitatif (Gambar 2). Berdasarkan hasil analisis probit diketahui bahwa nilai LC50 dan LC90 campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* lebih rendah dari campuran serbuk rimpang *C. longa* (Tabel 2). Berdasarkan taraf LC50 diketahui bahwa campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* lebih beracun 1.59 kali dibandingkan aplikasi serbuk daun *A. conyzoides* secara tunggal dan lebih beracun 2.53 kali dibandingkan aplikasi serbuk rimpang *Z. officinale* secara tunggal, sedangkan campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* lebih beracun 1.44 dibandingkan aplikasi serbuk daun *A. conyzoides* secara tunggal dan lebih beracun 1.91 kali lipat aplikasi serbuk rimpang *C. longa* secara tunggal.



Gambar 2. Perkembangan tingkat mortalitas imago *S. oryzae* pada campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* (A) dan serbuk rimpang *C. longa* (B). Pada semua perlakuan insektisida nabati, tidak ada kematian larva kontrol hingga 10 HSA

Berdasarkan nilai indeks kombinasi diketahui bahwa campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* pada taraf LC50 bersifat aditif pada 5 HSA, sinergistik kuat pada 5 HSA, serta sinergistik lemah pada 6–10 HSA, sedangkan pada taraf LC90 bersifat sinergistik lemah pada 7 HSA dan sinergistik kuat pada 8–10 HSA. Campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* pada taraf LC50 bersifat aditif pada 4 HSA dan sinergistik lemah pada 5–10 HSA, sedangkan pada taraf LC90 bersifat sinergistik lemah pada 7–10 HSA (Tabel 3). Sifat aditif menunjukkan bahwa tingkat mortalitas imago *S. oryzae* akibat perlakuan campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* tidak berbeda dengan mortalitas pada aplikasi secara tunggal, sedangkan sinergistik lemah menunjukkan bahwa perlakuan dengan campuran tersebut mengakibatkan mortalitas yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan mortalitas pada aplikasi secara tunggal, serta sinergistik kuat menunjukkan bahwa aplikasi campuran tersebut mengakibatkan tingkat mortalitas lebih tinggi dibandingkan dengan mortalitas pada aplikasi secara tunggal.

Aplikasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* dapat menyebabkan mortalitas imago *S. oryzae*. Spesies-spesies tumbuhan tersebut diketahui memiliki aktivitas insektisidal yang menyebabkan mortalitas dan menekan populasi imago *S. oryzae*. Seperti yang dikemukakan oleh Hendriwal & Marwan (2016) bahwa serbuk dari tumbuh-tumbuhan dapat digunakan untuk menekan populasi serangga hama pascapanen di gudang penyimpanan bahan pangan. Perbedaan mortalitas imago *S. oryzae* pada berbagai konsentrasi serbuk insektisida nabati dipengaruhi oleh perbedaan kandungan senyawa aktif insektisidal dari konsentrasi yang diuji. Semakin tinggi konsentrasi serbuk insektisida nabati yang digunakan semakin banyak kandungan senyawa aktif insektisidal, sehingga menyebabkan semakin tinggi mortalitas imago *S. oryzae*. Kandungan senyawa aktif insektisidal dari serbuk daun *A. conyzoides* menyebabkan mortalitas imago *S. oryzae* lebih tinggi dibandingkan dari serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale*.

Tumbuhan *A. conyzoides* diketahui memiliki senyawa kumarin yaitu surangin B (Nicholson & Zhang, 1995). Senyawa surangin B merupakan senyawa yang kuat menghambat transportasi elektron di dalam mitokondria sehingga mengurangi produksi ATP. Senyawa surangin B memiliki potensi untuk melepaskan neurotransmitter pada syaraf pusat serangga (Nicholson & Zhang, 1995). Zheng *et al.* (1998) menyatakan bahwa surangin B memiliki potensi menimbulkan gangguan fungsional dalam mitokondria otot dan sistem saraf. Tumbuhan *A. conyzoides* diketahui juga senyawa aktif insektisidal lainnya yaitu *precocene* I dan *precocene* II (Okunade, 2002). *Precocene* I dan *precocene* II merupakan hormon anti juvenile yang dapat mengganggu proses pembentukan larva dan berlanjut pada pada

pembentukan pupa dan serangga dewasa dengan mekanisme penghambatan terjadi melalui terganggunya perintah otak pada serangga (Singh & Rao, 2000).

Rimpang dari *C. longa* diketahui memiliki kandungan senyawa insektisidal seperti ar-turmeron dan turmeron yang diisolasi dari serbuk rimpang kunyit (Damalas, 2011). Senyawa ar-turmeron dan turmeron diketahui memiliki sifat *repellents* atau penolakan makan pada serangga (Zhang *et al.*, 2008; Li *et al.*, 2010; Xiao *et al.*, 2011) seperti *Tribolium castaneum* (Iqbal *et al.*, 2010), *Oryzaephilus surinamensis*, *Cryptolestes ferrugineus*, *Sitophilus oryzae*, dan *Corcyra cephalonica* (Chander *et al.*, 2000). Senyawa ar-turmeron sangat beracun terhadap *S. zeamais* dan *Spodoptera frugiperda* pada dosis rendah (Tavares *et al.*, 2013). Rimpang dari *Z. officinale* telah diketahui memiliki kandungan kimia yang bersifat insektisidal (Ukeh 2008, Owolabi *et al.*, 2009). Beberapa kandungan kimia dari jahe yaitu geranial (16%), α -zingiberene (13%), neral (10%), dan α -farnesene (5%) (Franz *et al.*, 2011). Senyawa-senyawa tersebut diketahui memiliki aktivitas penolakan makan pada *Tribolium castaneum*, *S. oryzae*, *R. dominica*, dan *O. surinamensis* (Shaaya *et al.*, 1997) dan efek kematian pada *Trogoderma granarium* (Ahmad *et al.*, 2013). Asawalam *et al.* (2012) melaporkan bahwa aplikasi serbuk rimpang kunyit dan jahe dapat menyebabkan peningkatan mortalitas imago *S. oryzae*.

Campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* memiliki sifat aktivitas yang dominan sama yaitu sinergistik lemah pada taraf LC50 dan lebih efektif pada taraf LC90 dibandingkan campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa*. Aplikasi serbuk daun *A. conyzoides* dengan penambahan serbuk rimpang *Z. officinale* secara bersamaan dapat meningkatkan toksisitas terhadap imago *S. oryzae* daripada aplikasi secara tunggal dari serbuk daun *A. conyzoides* dan rimpang *Z. officinale*. Aplikasi campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* dan *C. longa* dapat meningkatkan efisiensi aplikasi insektisida nabati terhadap imago *S. oryzae* karena bersifat sinergis sehingga penggunaan campurannya sangat dianjurkan sebagai protektan pada gabah atau benih padi selama penyimpanan. Penggunaan campuran insektisida nabati yang bersifat sinergistik dapat mengurangi jumlah pemakaian bahan baku dibandingkan dengan insektisida nabati yang mengandung serbuk tunggal, sehingga dapat mengatasi keterbatasan bahan baku insektisida botani di tingkat petani karena tumbuhan sumber insektisida botani tidak selalu terdapat melimpah di suatu daerah. Penggunaan campuran insektisida nabati pada dosis yang lebih rendah juga dapat mengurangi dampak samping terhadap organisme bukan sasaran dan lingkungan. Selain itu, penggunaan campuran insektisida botani yang komponennya memiliki cara kerja berbeda dapat menunda terjadinya resistensi hama.

Tabel 2. Pendugaan parameter toksisitas campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* terhadap mortalitas imago *S. oryzae*

| Campuran insektisida nabati | Waktu penilaian (hari setelah aplikasi) | Intersep garis probit \pm galat baku | Kemiringan regresi probit \pm galat baku | LC50 (selang kepercayaan 95%) (mg/g) | LC90 (selang kepercayaan 95%) (mg/g) |
|--|---|--|--|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Serbuk daun <i>A. conyzoides</i> + serbuk rimpang <i>Z. officinale</i> | 4 | 3.223 \pm 0.177 | 0.991 \pm 0.121 | 62.01 (43.74–99.37) | tidak tercapai |
| | 5 | 3.687 \pm 0.157 | 1.152 \pm 0.119 | 13.75 (10.46–17.86) | tidak tercapai |
| | 6 | 3.819 \pm 0.158 | 1.342 \pm 0.131 | 7.57 (5.74–9.62) | tidak tercapai |
| | 7 | 3.871 \pm 0.251 | 1.615 \pm 0.233 | 4.99 (2.70–7.63) | 31.06 (18.83–76.19) |
| | 8 | 3.897 \pm 0.191 | 2.033 \pm 0.219 | 3.48 (2.70–4.27) | 14.87 (11.70–20.60) |
| | 9 | 3.928 \pm 0.217 | 2.403 \pm 0.297 | 2.78 (2.16–3.38) | 9.52 (7.64–13.02) |
| Serbuk daun <i>A. conyzoides</i> + serbuk rimpang <i>C. longa</i> | 4 | 3.466 \pm 0.159 | 0.862 \pm 0.115 | 45.95 (31.58–76.67) | tidak tercapai |
| | 5 | 3.847 \pm 0.147 | 0.962 \pm 0.113 | 11.75 (11.55–21.62) | tidak tercapai |
| | 6 | 4.083 \pm 0.145 | 1.149 \pm 0.123 | 6.27 (4.52–8.24) | tidak tercapai |
| | 7 | 4.030 \pm 0.156 | 1.532 \pm 0.153 | 4.29 (3.24–5.42) | 29.47 (21.86–44.16) |
| | 8 | 3.963 \pm 0.171 | 1.891 \pm 0.197 | 3.52 (2.75–4.33) | 16.79 (13.01–23.77) |
| | 9 | 4.093 \pm 0.176 | 1.932 \pm 0.215 | 2.94 (2.24–3.64) | 13.56 (10.54–19.21) |
| | 10 | 4.155 \pm 0.177 | 1.917 \pm 0.219 | 2.75 (2.07–3.43) | 12.85 (9.98–18.26) |

Tabel 3. Sifat aktivitas campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* terhadap mortalitas imago *S. oryzae*

| Campuran insektisida nabati | Waktu penilaian (hari setelah aplikasi) | Indeks kombinasi | | Sifat aktivitas campuran | |
|--|---|------------------|-------|--------------------------|-------------------|
| | | LC50 | LC90 | LC50 | LC90 |
| Serbuk daun <i>A. conyzoides</i> + serbuk rimpang <i>Z. officinale</i> | 4 | 1.091 | - | Aditif | - |
| | 5 | 0.489 | - | Sinergistik kuat | - |
| | 6 | 0.612 | - | Sinergistik lemah | - |
| | 7 | 0.636 | 0.570 | Sinergistik lemah | Sinergistik lemah |
| | 8 | 0.582 | 0.491 | Sinergistik lemah | Sinergistik kuat |
| | 9 | 0.555 | 0.354 | Sinergistik lemah | Sinergistik kuat |
| Serbuk daun <i>A. conyzoides</i> + serbuk rimpang <i>C. longa</i> | 4 | 1.010 | - | Aditif | - |
| | 5 | 0.770 | - | Sinergistik lemah | - |
| | 6 | 0.609 | - | Sinergistik lemah | - |
| | 7 | 0.599 | 0.588 | Sinergistik lemah | Sinergistik lemah |
| | 8 | 0.641 | 0.674 | Sinergistik lemah | Sinergistik lemah |
| | 9 | 0.614 | 0.576 | Sinergistik lemah | Sinergistik lemah |
| | 10 | 0.661 | 0.625 | Sinergistik lemah | Sinergistik lemah |

KESIMPULAN DAN SARAN

Campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* lebih beracun daripada serbuk tunggalnya dan bersifat sinergis terhadap imago *S. oryzae*. Campuran serbuk daun *A. conyzoides* dengan serbuk rimpang *Z. officinale* lebih beracun dan bersinergis dibandingkan campurannya dengan serbuk rimpang *C. longa*. Aplikasi serbuk daun *A. conyzoides*, serbuk rimpang *C. longa* dan *Z. officinale* secara tunggal dan campurannya dapat digunakan untuk mengendalikan hama *S. oryzae* pada gabah dan padi selama penyimpanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, F., M. Sagheer, A. Hammad, S.M.M. Rahman, M. Ul-Hasan. 2013. Insecticidal activity of some plant extracts against *Trogoderma granarium* (E.). The Agriculturists. 11(1): 103–111.
- Asawalani, E.F., U.E. Ebere, K.C. Emeasor. 2012. Effect of some plant products on the control of rice weevil *Sitophilus oryzae* (L.) Coleoptera: Curculionidae. Journal of Medicinal Plants Research. 6(33): 4811–4814.
- Batta, Y.A. 2004. Control of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae) with various

- formulations of *Metarhizium anisopliae*. Crop Protection. 23: 103–108.
- Benhalima, H., M.Q. Chaudhry, K.A. Mills, N.R. Price. 2004. Phosphine resistance in stored-product insects collected from various grain storage facilities in Morocco. Journal of Stored Products Research. 40: 241–249.
- Bouda, H., L.A. Taponjouda, D.A. Fontemb, M.Y.D. Gumedzoe. 2001. Effect of essential oils from leaves of *Ageratum conyzoides*, *Lantana camara* and *Chromolaena odorata* on the mortality of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera, Curculionidae). Journal of Stored Products Research. 37: 103–109.
- Chander, H., D.K. Ahuja, A. Nagender, S.K. Berry. 2000. Repellency of different plant extracts and commercial formulations used as prophylactic sprays to protect bagged grain against *Tribolium castaneum*. Journal of Food Science and Technology. 37: 582–585.
- Chayengia, B., P. Patgiri, Z. Rahman, S. Sarma. 2010. Efficacy of different plant products against *Sitophilus oryzae* (Linn.) (Coleoptera: Curculionidae) infestation on stored rice. Journal of Biopesticides. 3(3): 604–609.
- Chou, T.C., P Talalay. 1984. Quantitative analysis of dose-effect relationships: the combined effects of multiple drugs or enzyme inhibitors. Advances in Enzyme Regulation. 22: 27–55.
- Damalas, C.A. 2011. Potential uses of turmeric (*Curcuma longa*) products as alternative means of pest management in crop production. Plant Omics Journal. 4(3):136–141.
- Franz, A.R., N. Knaak, L.M. Fiuza. 2011. Toxic effects of essential plant oils in adult *Sitophilus oryzae* (Linnaeus) (Coleoptera, Curculionidae). Revista Brasileira de Entomologia 55(1): 116–120.
- Gani, S. 2010. Uji efektivitas tepung daun babadotan (*Ageratum conyzoides* L.) terhadap kumbang beras (*Sitophilus oryzae* L.) (Coleoptera: Curculionidae) di laboratorium. Mangaro. 1(1): 33–35.
- Gisi, U. 1996. Synergistic interaction of fungicides in mixtures. Phytopathology. 86: 1273–1279.
- Govindan, K., S.J. Nelson, S.J. 2009. Insecticidal activity of twenty plant powders on mortality, adult emergence of *Sitophilus oryzae* L. and grain weight loss in paddy. Journal of Biopesticides. 2(2): 169–172.
- Hendrival & Marwan. 2016. Aktivitas insektisida nabati terhadap mortalitas dan penghambatan kemunculan imago *Sitophilus oryzae* L. Jurnal Agrista. 20(2): 63–74.
- Iqbal, J., A. Qayyum, S.Z. Mustafa. 2010. Repellent effect of ethanol extracts of plant materials on *Tribolium castaneum* (Herbst) (Tenebrionidae: Coleoptera). Pakistan Journal of Zoology. 42: 81–86.
- Li, R., C. Xiang, X. Zhang, D.A. Guo, M. Ye. 2010. Chemical analysis of the Chinese herbal medicine turmeric (*Curcuma longa* L.). Current Pharmaceutical Analysis. 6: 256–268.
- Moreira, M.D., M.C. Picanço, L.C.A. Barbosa. 2007. Plant compounds insecticide activity against Coleoptera pests of stored products. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 42(7): 909–915.
- Nicholson, R.A., A. Zhang. 1995. Surangin B: Insecticidal properties and mechanism underlying its transmitter releasing action in nerve terminal fractions isolated from mammalian brain. Pesticide Biochemistry and Physiology. 53: 152–163.
- Okunade, A.L. 2002. *Ageratum conyzoides* L. (Asteraceae). Fitoterapia. 73: 1–16.
- Owolabi, M.S., M.O., Oladimeji, L. Lajide, G. Singh, P. Marimuthu, V.A. Isidorov. 2009. Bioactivity of three plant derived essential oils against the maize weevils *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) and cowpea weevils *Callosobruchus maculatus* (Fabricius). Electronic Journal of Environmental Agriculture and Food Chemistry. 8: 828–835.
- Park, I.K., S.G. Lee, D.H. Choib, J.D. Park, Y.J. Ahna. 2003. Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilus oryzae* (L.). Journal of Stored Products Research. 39: 375–384.
- Shaaya, E., M. Kostjukovski, J. Eilberg, C. Sukprakarn. 1997. Plant oils as fumigants and contact insecticides for the control of stored product insects. Journal of Stored Products Research. 33: 7–15.
- Singh, S., P.J. Rao. 2000. Effect of *Ageratum conyzoides* on development and reproduction of *Spodoptera litura*. Entomology. 102: 217–224.
- Tavares, W.S., S.S. Freitas, G.H. Graziotti, L.M.L. Parentec, L.M. Lião, J.C. Zanoncioe. 2013. Arturmerone from *Curcuma longa* (Zingiberaceae) rhizomes and effects on *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae) and *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Industrial Crops and Products. 46: 158–164.

- Ukeh, D.A. 2008. Bioactivities of essential oils of *Aframomum melegueta* and *Zingiber officinale* Both (Zingiberaceae) against *Rhyzopertha dominica* (Fabricius). *Journal of Entomology*. 5(3): 193–199.
- Xiao, Y.C., J. Xie, M., Yu, J., Ran, Z., Xi, W. Li, J Huang, J. 2011. Bisabocurcumin, a new skeleton curcuminoid from the rhizomes of *Curcuma longa* L. *Chinese Chemical Letters*. 22: 1457–1460.
- Zhang, J.S., J. Guan, F.Q. Yang, H.G. Liu, X.J. Cheng, S.P. Li. 2008. Qualitative and quantitative analysis of four species of *Curcuma* rhizomes using twice development thin layer chromatography. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 48: 1024–1028.
- Zheng, J., D. Leong, G. Lees, A. Nicholson. 1998. Studies on the interaction of surangin B with insect mitochondria, insect synaptosomes, and rat cortical neurons in primary culture. *Pesticide Biochemistry and Physiology*. 61: 1–13.