

BIOLOGI, GEJALA SERANGAN, DAN PENGENDALIAN HAMA BUBUK JAGUNG *Sitophilus zeamais* MOTSCHULSKY (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Biology, Symptoms of Attack and Management of Corn Weevil Sitophilus zeamais Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae)

Nurnina Nonci dan Amran Muis

Balai Penelitian Tanaman Serealia

Jalan Dr. Ratulangi No. 274 Kotak Pos 173, Maros 90514, Indonesia

Telp. (0411) 371529, 371016, Faks. (0411) 371961

E-mail: nurninaamran@gmail.com, balitsereal@litbang.pertanian.go.id

Diterima: 2 Februari 2015; Direvisi: 10 April 2015; Disetujui: 1 Mei 2015

ABSTRAK

Salah satu kendala dalam penyimpanan jagung adalah serangan hama gudang. Salah satu hama gudang jagung adalah *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Hama ini ditemukan di daerah panas maupun lembap. Hama ini bersifat polifag, dapat merusak serealia seperti beras/gabah, jagung, gandum, dan sorgum, namun dilaporkan sebagai hama penting pada jagung. Kehilangan hasil jagung di wilayah tropis akibat *S. zeamais* berkisar antara 30–100%. Biji jagung yang disimpan selama 6 bulan menunjukkan kerusakan 85% dan bobot biji menyusut 17%. Telur hama tersebut diletakkan di dalam biji dan dalam beberapa hari akan menetas menjadi larva. Larva menyelesaikan siklus hidupnya di dalam biji. Telur berwarna putih bening, berbentuk lonjong, lunak dan licin, berukuran 0,7 mm x 0,3 mm. Larva berwarna putih kekuningan, tidak bertungkai, kepala berwarna cokelat, terdiri atas empat instar, panjang 1,5–4 mm. Periode larva berlangsung 25 hari. Imago *S. zeamais* berukuran 3–4,5 mm. Hama *S. zeamais* dapat dikendalikan dengan cara: 1) menyimpan jagung dalam wadah maupun gudang secara higienis, 2) menanam varietas tahan, 3) menggunakan musuh alami yaitu parasit, predator, dan patogen, seperti parasitoid *Lariophagus distinguendus* dan *Anisopteromalus calandrae*, serta patogen *Beauveria bassiana*, 4) memanfaatkan insektisida nabati yang memiliki toksisitas tinggi terhadap *S. zeamais*, yaitu *Ageratum conyzoides* (bandotan), *Andropogon nardus* (serai), *Allium sativum* (bawang merah), *Nicotiana tabacum* (tembakau), *Zingiber officinale* (jahe), dan *Azadirachta indica* (mimba), serta 5) menyemprotkan insektisida sintesis metil pirimifos.

Kata kunci: Jagung, *Sitophilus zeamais*, kerusakan, pengendalian

ABSTRACT

One of the constraints in storage of maize is the presence of stored pests. One of stored pests is *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) which is found in hot or humid areas. This pest is polyphagous, can damage cereals such as rice, maize, wheat and sorghum, although it was reported as a pest, especially in corn. Maize yield loss in the tropics caused by *S. zeamais* ranged from 30% to 100%. Maize grain stored for 6 showed grain damage

of 85% and grain weight decreased by 17%. The eggs are laid in the kernel. Some days later the eggs will hatch into larvae. Larvae will complete its life cycle inside the grain, causing damage to both quality and quantity of grain. The eggs are translucent white, oval-shaped, soft with size of 0.7 mm x 0.3 mm. The larvae are yellow-white, legless, brown head, consisting of four instars, length 1.5–4 mm. Larval period is 25 days. *S. zeamais* adult is a small beetle of 3–4.5 mm length. Several control methods for *S. zeamais* are as follows: 1) store corn properly (hygienic) in a container and place, 2) use resistant varieties, 3) apply natural enemies (parasites, predators and pathogens) such as parasitoid *Lariophagus distinguendus* and *Anisopteromalus calandrae*, and pathogen *Beauveria bassiana*. 4) use plant extract insecticides that have high toxicity against *S. zeamais*, namely *Ageratum conyzoides* (billygoat-weed) and *Andropogon nardus* (lemongrass), *Allium sativum* (onion), *Nicotiana tabacum* (tobacco), *Zingiber officinale* (ginger), *Azadirachta indica* (neem), and 5) use synthetic insecticide pirimiphos methyl.

Keywords: Maize, *Sitophilus zeamais*, damage, control

PENDAHULUAN

Salah satu kendala dalam penyimpanan hasil panen adalah serangan hama gudang. Hama ini dapat merusak hasil panen berupa polong maupun biji di tempat penyimpanan maupun di lapangan sebelum panen. Salah satu jenis hama gudang pada jagung adalah hama bubuk jagung, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Classen *et al.* 1990; CABI 2014). Selain sebagai hama gudang utama pada jagung, *S. zeamais* merupakan hama gudang utama pada gabah/beras, sorgum, gandum, kedelai, dan kacang hijau (Caliboso *et al.* 1985).

Sitophilus zeamais merusak jagung di daerah tropis maupun subtropis (Danho *et al.* 2002). *S. zeamais* seperti halnya *S. oryzae* ditemukan di daerah-daerah panas maupun lembap dan menyerang berbagai jenis serealia, namun yang utama adalah pada jagung (Morallo dan Rejesus 2001). Kerusakan yang ditimbulkan hama ini lebih

tinggi pada jagung dan sorgum dibandingkan pada gabah/beras.

Sitophilus zeamais meletakkan telur pada biji jagung sebelum dipanen maupun di gudang penyimpanan. Beberapa hari kemudian, telur menetas menjadi larva dan makan bagian dalam biji jagung (Nonci *et al.* 2006). Larva menyelesaikan siklus hidupnya di dalam biji sehingga biji akan rusak (Pabbage *et al.* 1997).

Sitophilus zeamais tergolong hama utama, mampu merusak dan berkembang dengan baik pada komoditas yang masih utuh, dan menyelesaikan siklus hidupnya di dalam biji sehingga mengakibatkan kerusakan yang nyata (Pranata 1985). Menurut Kalshoven (1981), *S. zeamais* lebih dominan pada beras/padi dan jagung, sedangkan *S. oryzae* lebih banyak menyerang gandum. Demikian pula menurut Pranata (1982), Haines (1991), dan Giga dan Mazarura (1991), *S. zeamais* lebih menyukai jagung daripada beras. Nonci *et al.* (2008) melaporkan bahwa *S. zeamais* merupakan hama bubuk jagung yang dominan ditemukan di tempat penyimpanan jagung di Balai Penelitian Tanaman Serealia di Maros, Sulawesi Selatan.

Kehilangan hasil selama periode pascapanen di Indonesia berkisar antara 15–20% tiap tahun. Dari jumlah tersebut, 0,5–2% disebabkan oleh hama *S. zeamais*. Bergvinson (2002) melaporkan bahwa *S. zeamais* dapat menyebabkan kehilangan hasil jagung hingga 30% dan kerusakan biji hingga 100% pada daerah tropis. Tandiang (1998) melaporkan bahwa serangan *S. zeamais* pada jagung yang disimpan selama 6 bulan menyebabkan kerusakan biji 85% dan penyusutan bobot biji 17%.

Evaluasi/seleksi pada 256 famili jagung terhadap *S. zeamais* memperoleh persentase kerusakan biji yang bervariasi antara 9,83% dan 23,58% (Pabbage *et al.* 1997). Jagung tipe biji *flint* yang disimpan 30 hari mengalami kerusakan biji 12,6%, lebih tinggi dibandingkan dengan tipe biji *dent* yakni 9,4% (Saenong 1996).

Surtikanti (2004) telah mengulas biologi dan cara pengendalian *S. zeamais*, namun belum membahas taksonomi, daerah sebaran, serangan, kerusakan, hasil identifikasi spesies, serta perbedaan antara serangga jantan dan betina melalui bedah genitalia. Tulisan ini merangkum beberapa hasil penelitian untuk memberikan

gambaran tentang taksonomi, daerah sebaran, gejala serangan dan kerusakan yang disebabkan oleh *S. zeamais*, aspek biologi, serta cara pengendalian yang belum diulas oleh Surtikanti (2004) agar pengendalian hama ini efektif.

TAKSONOMI DAN DAERAH SEBARAN *S. zeamais*

Hama bubuk jagung *S. zeamais* tergolong ke dalam kingdom Animalia, filum Arthropoda, kelas Insekta, ordo Coleoptera, subordo Polyphaga, famili Curculionidae, subfamili Calandrinae, genus *Sitophilus* Syn: *Calandra*, spesies *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) (Kalshoven 1981; Sidik *et al.* 1985; Sosromarsono *et al.* 2007). *S. zeamais* tersebar di beberapa bagian dunia, antara lain Carolina bagian selatan dan Kentucky Amerika Serikat, Taiwan, dan Italia Tengah, serta beberapa negara di Asia antara lain Malaysia, Thailand, Indonesia, dan Filipina (Caliboso *et al.* 1985; Semple 1985; Suprakorn 1985). *S. zeamais* juga ditemukan di Brasil, India, dan Australia (Champ 1985; CABI 2014). Kumbang dewasa atau imago mempunyai moncong (*snout*) sehingga kumbang kecil ini disebut kumbang bubuk (Kartasapoetra 1987; Canadian Grain Commission 2013; Anonymous 2014). *S. zeamais* tersebar di wilayah yang beriklim tropis, subtropis, dan sedang. Karena dapat hidup di mana-mana, hama ini disebut hama kosmopolitan (Teetes *et al.* 1983; CABI 2014). *S. zeamais* dari ordo Coleoptera, famili Curculionidae yang merusak produk tanaman di tempat penyimpanan dan penyebarannya tertera pada Tabel 1.

CABI (2014) melaporkan bahwa *Sitophilus* pertama kali diperkenalkan oleh Linneaus pada tahun 1763 dengan nama *Curculio oryza*. Pada tahun 1798 oleh Clairville dan Scheltenberg, dengan menggunakan sinonim umum, namanya diperbarui menjadi *Calandra oryzae*. Selanjutnya pada tahun 1855, Motschulsky mendeskripsikan hama ini berdasarkan ukuran, yaitu spesies yang berukuran besar disebut *S. zeamais* dan yang berukuran kecil disebut *S. oryzae*. Namun, para peneliti serangga ini tetap menggunakan nama *Calandra oryzae* untuk semua serangga dalam kelompok ini. Pada tahun

Tabel 1. *Sitophilus zeamais*, inang, dan penyebarannya.

Negara	Komoditas	Jenis hama	Referensi
Indonesia	Beras, jagung, gandum, sorgum, ubi kayu	<i>Sitophilus zeamais</i>	Prevett (1975); Haines dan Pranata (1982)
Filipina	Beras, jagung, gandum, sorgum	<i>Sitophilus zeamais</i>	Santhoy dan Morallo-Rejesus (1975); Mollasgo (1982)
Thailand	Beras, jagung, sorgum	<i>Sitophilus zeamais</i>	Sukprakarn dan Tauthong (1981)
Beberapa negara	Beras, jagung, gandum, sorgum	<i>Sitophilus zeamais</i>	Morallo-Rejesus (1979); Phillips (1971)

Sumber: Semple (1985).

1928–1931, Takahashi menentukan bahwa serangga yang berukuran lebih kecil diberi nama *Calandra sasakii*, dan keadaan ini berlanjut hingga tahun 1959. Selanjutnya oleh Kuschel (1961), kelompok ini direvisi kembali berdasarkan spesies yang lebih kecil yang ditentukan oleh Linnaeus, dan spesies yang lebih besar yang ditentukan oleh Motschulsky (CABI 2014). Berdasarkan kedua spesies tersebut, Linnaeus dan Motschulsky menetapkan bahwa genus dari kelompok tersebut adalah *Sitophilus*.

Sesuai dengan perubahan zaman dan perkembangan ilmu pengetahuan, kedua spesies tersebut ditentukan berdasarkan morfologi. Penentuan kedua spesies tersebut harus berdasarkan anatomi alat kelamin, yaitu aedeagus pada serangga jantan dan sklerit pada serangga betina (Halstead 1959; Morallo dan Rejesus 2001). Haines (1980) mengemukakan bahwa perbedaan kedua spesies akan lebih jelas dengan membedah alat kelamin, yaitu aedeagus untuk imago jantan dan sklerit untuk imago betina. Ujung aedeagus *S. zeamais* jantan lebih miring dibandingkan *S. oryzae* dan *S. zeamais* betina memiliki *Y-shape sclerite* (Halstead 1959; Phillips 1971).

Identifikasi spesies hama bubuk jagung telah dilakukan melalui bedah genitalia dan secara visual. Spesies hama bubuk jagung di Indonesia adalah *S. zeamais* (Nonci *et al.* 2008), sesuai bentuk genitalia serangga jantan dan alat kelamin serangga betina (Gambar 1).

SERANGAN DAN KERUSAKAN OLEH *S. zeamais*

Kerusakan yang disebabkan oleh *S. zeamais* bervariasi sesuai dengan varietas tanaman yang diserang dan populasi *S. zeamais*. Hama ini bersifat polifag atau dapat merusak berbagai jenis biji-bijian, antara lain beras/gabah, jagung, gandum, dan sorgum (Nonci *et al.* 2005; BPTP

Sulawesi Tengah 2010). Hama ini juga merusak kacang-kacangan seperti buncis, kapri, kacang tanah, dan kedelai (Kranz *et al.* 1980). Selain itu, *S. zeamais* mampu tumbuh dan berkembang pada berbagai jenis sereal maupun produk olahan sereal, misalnya pasta dan mi (Anonymous 2014). Namun, *S. zeamais* dominan ditemukan berasosiasi dengan jagung dan gandum (CABI 2014).

Deteksi awal serangan *S. zeamais* sulit diketahui karena larva merusak/menggerek bagian dalam biji jagung. Serbuk hasil gerek larva bercampur dengan kotoran larva di dalam biji (Anonymous 2014). Jika kerusakannya berat, dalam satu biji bisa terdapat lebih dari satu lubang gerek (Gambar 2). Salah satu indikasi biji jagung terserang hama bubuk yaitu bila biji tersebut dimasukkan ke dalam air maka biji akan terapung. Untuk biji jagung yang disimpan dalam gudang yang besar, serangan *S. zeamais* dapat dideteksi melalui peningkatan suhu. Namun, tanda serangan yang paling mudah diamati



Gambar 2. Biji jagung yang rusak pada endosperm dan germ akibat serangan *Sitophilus zeamais*. Foto: Nurnina Nonci.



Gambar 1. Alat kelamin jantan (aedeagus) (kiri) dan betina ("Y" shape) (kanan) hama bubuk jagung. Foto: Nurnina Nonci.

adalah adanya imago yang muncul (Anonymous 2014). Biji jagung yang disimpan selama 5 minggu setelah infestasi dari tiap kilogram biji akan muncul 100 ekor imago/hari. Nonci *et al.* (2006) melaporkan bahwa tujuh galur sintetik jagung yang diinfestasi *S. zeamais* dan disimpan selama 3 bulan akan mengalami kerusakan 7,40–57,33% pada germ maupun endosperm, dengan jumlah turunan F_1 rata-rata 12,67–94,33 ekor (Tabel 2).

Kehilangan hasil akibat *S. zeamais* di daerah tropis dapat mencapai 100% (Bergvinson 2002). Nonci *et al.* (2008) telah menguji 196 galur S1 Srikandi Kuning-1 dan 255 galur S1 Srikandi Putih-1 dan memperoleh dua nomor galur S1 Srikandi Kuning-1 yang memiliki kerusakan biji relatif rendah, yaitu SK1-CO-117 dan SK1-185 yang berbeda sangat nyata dengan SK1-CO-9, SK1-CO-10, dan SK1-CO-41. Kerusakan biji tertinggi terdapat pada varietas pembanding Bisma (Gambar 3). Pada galur S1 Srikandi Putih-1, lima nomor menunjukkan kerusakan biji rendah, yaitu SP-CO-71, SP-CO-225, SP-CO-239, SP-CO-

253, dan SP-CO-278, yang berbeda sangat nyata dengan SP-CO-333. Kerusakan biji tertinggi juga ditemukan pada varietas pembanding Bisma (Gambar 4). Jumlah imago yang keluar dari biji (F_1) berkorelasi positif dengan kerusakan biji. Semakin banyak jumlah imago yang keluar dari biji (F_1), persentase kerusakan biji semakin tinggi, baik pada galur S1 Srikandi Kuning-1 maupun Srikandi Putih-1 (Gambar 5 dan 6).

BIOLOGI *S. zeamais*

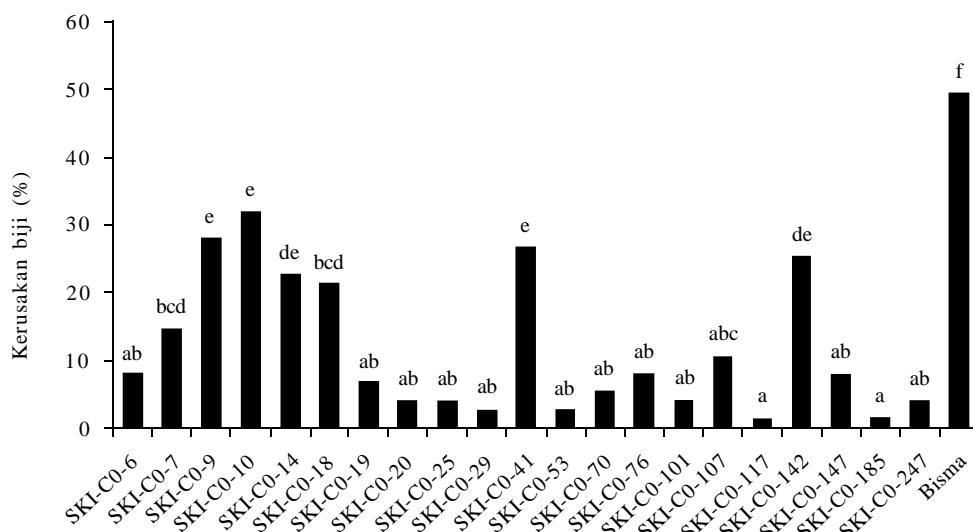
Telur *S. zeamais*

Dalam siklus hidupnya, *S. zeamais* melalui beberapa stadia perkembangan atau mengalami metamorfosis sempurna, yaitu telur, larva, pupa, dan imago. Imago betina membuat lubang pada biji jagung dengan

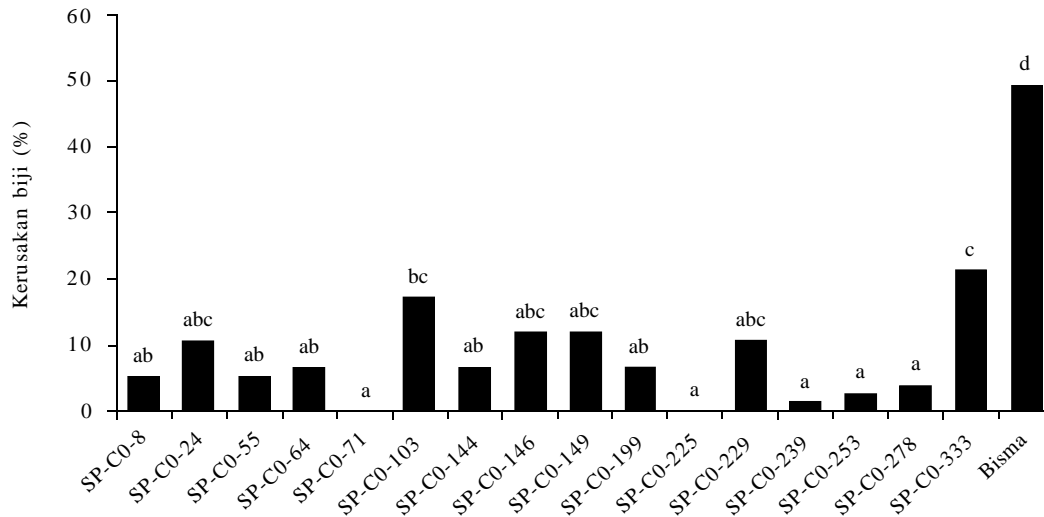
Tabel 2. Jumlah lubang gerakan turunan F_1 *S. zeamais*, persentase biji rusak, kehilangan bobot biji, penyimpanan 3 bulan.

Populasi jagung sintetik	Lubang gerakan pada		Jumlah <i>S. zeamais</i> (ekor)	Persentase biji rusak (%)	Kehilangan bobot biji (%)
	Endosperm	Germ			
SATP-1 (S2)C6	8,67(2,41)	5,00(1,79)	12,67(3,15)	7,40(11,46)	0,16(0,81)
Pop.63-C2-QPM-TLWD	22,00(4,72)	12,33(3,41)	26,00(5,06)	20,18(26,45)	0,38(0,90)
MS-2	30,57(5,16)	30,33(4,14)	17,00(7,43)	57,33(28,37)	23,58(2,03)
ACROS 8365	28,00(5,29)	34,67(5,93)	73,00(8,52)	39,73(38,90)	2,67(1,75)
MSQ-P1(CO)	23,67(4,79)	10,00(3,24)	25,67(5,01)	26,28(29,59)	1,91(1,44)
MSQ-K1(CO)	26,33(5,04)	29,33(5,34)	60,00(7,47)	33,81(34,72)	3,79(2,03)
SATP-2(S2)C6	41,33(6,22)	63,67(7,75)	94,33(9,71)	52,30(46,35)	7,38(2,74)

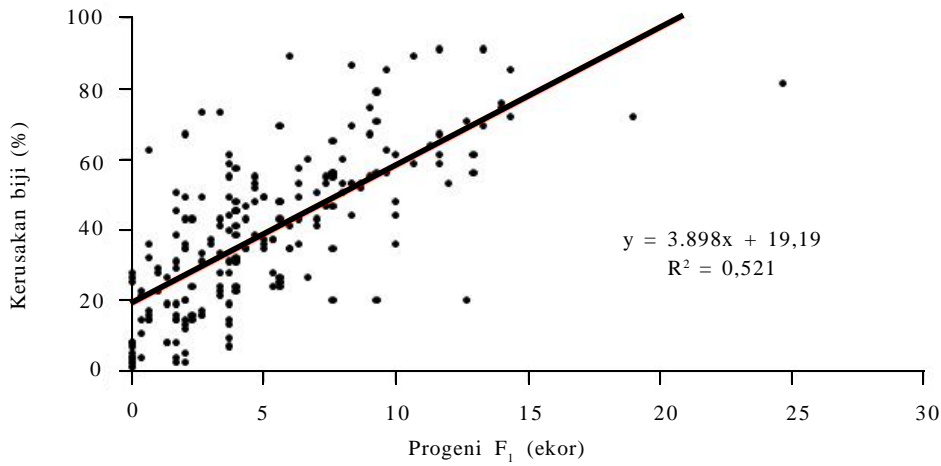
Angka dalam kurung adalah hasil transformasi ke Arc Sin $\sqrt{x} + 0,5$.
Sumber: Nonci *et al.* (2006).



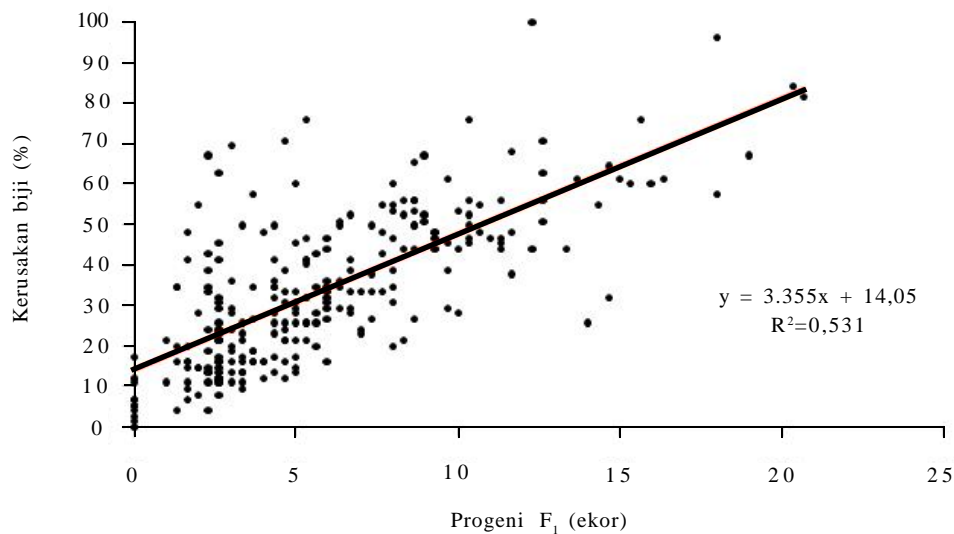
Gambar 3. Rata-rata persentase kerusakan biji pada 21 galur jagung S1 Srikandi Kuning-1 dan varietas pembanding Bisma (data diuji dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%) (Nonci *et al.* 2008).



Gambar 4. Rata-rata persentase kerusakan biji pada 16 galur jagung S1 Srikandi Putih-1 dan varietas pembanding Bisma (data diuji dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%). (Nonci *et al.* 2008).



Gambar 5. Korelasi antara kerusakan biji dengan progeni F₁ pada 196 galur jagung S1 Srikandi Kuning-1. (Nonci *et al.* 2008).



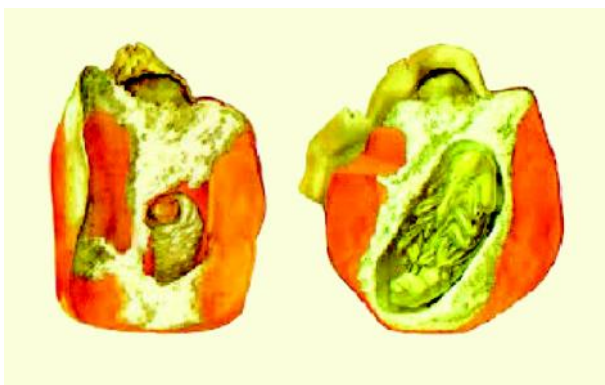
Gambar 6. Korelasi antara kerusakan biji dengan progeni F₁ pada 255 galur jagung S1 Srikandi Putih-1. (Nonci *et al.* 2008).

menggunakan moncongnya, kemudian ovipositorinya meletakkan satu butir telur, lalu lubang tersebut ditutup atau dilindungi dengan lapisan lilin (*egg-plug*) (Anonymous 2014). Telur *S. zeamais* berwarna putih bening, berbentuk lonjong, lunak dan licin, berukuran 0,7 mm x 0,3 mm (Grist dan Lever 1969; Anonymous 2014). Keberadaan telur di dalam biji dapat diketahui dengan menggunakan larutan *acid fuchsin*. Perlakuan ini akan membuat biji berwarna merah gelap dan lapisan lilin dapat terlihat (Peadt 1978). Seekor imago betina dapat menghasilkan telur antara 300–400 butir (Kalshoven 1981; Morallo dan Rejesus 2001; Anonymous 2014). Satu ekor imago betina *S. zeamais* meletakkan telur kurang lebih 25 butir/hari dan menyebar selama 100 hari (Parker 2014). Telur akan menetas selama 3 hari, bergantung pada kelembapan dan kadar air biji (Parker 2014). Periode inkubasi telur adalah 6 hari pada suhu 25°C (CABI 2004; Anonymous 2014).

Imago betina meletakkan telur pada suhu 20°C, suhu maksimum 32°C, dengan kadar air biji 12%. Di dalam biji, telur menetas menjadi larva, kemudian larva makan dengan cara menggerak bagian dalam biji. CABI (2014) melaporkan bahwa seekor imago betina dapat meletakkan telur 150 butir, dengan masa inkubasi 6 hari pada suhu 25°C. Telur diletakkan selama periode dewasa, namun 50% telur diletakkan pada 4–5 minggu pertama. Imago *S. zeamais* meletakkan telur pada suhu 25–32°C dengan kadar air biji 12%. Jika kadar air biji kurang dari 10% maka imago betina tidak dapat meletakkan telur.

Larva *S. zeamais*

Larva *S. zeamais* berwarna putih kekuningan, tidak bertungkai, dengan kepala berwarna cokelat (Gambar 7). Larva terdiri atas empat instar. Panjang larva berkisar antara 1,5–4 mm. Larva berjalan dengan mengerutkan badannya (Kartasapoetra 1987). Periode larva berlangsung 25 hari pada suhu 25°C dengan kelembapan relatif 70%. Periode larva akan lebih lambat yaitu 98 hari pada



Gambar 7. Larva dan pupa *S. zeamais* di dalam biji jagung (Morillo dan Rejesus 2001).

suhu yang lebih rendah (18°C) dengan kelembapan relatif 70% (CABI 2004). Periode larva juga bergantung pada jenis dan kualitas biji jagung, meskipun suhu dan kelembapan relatifnya sama. Misalnya, periode perkembangan larva antara 31–37 hari pada suhu 25°C dan kelembapan relatif 70%. Larva stadia 1 mulai makan bagian dalam biji jagung sambil tumbuh dan berkembang (Gambar 7). Periode larva stadia 1 sampai stadia 4 berlangsung antara 18–23 hari, kemudian larva menjadi pupa (Anonymous 2014).

Pupa *S. zeamais*

Pupa berkembang di dalam biji jagung, yaitu pada lubang bekas gerakan larva (Gambar 7). Stadia pupa berlangsung 3–9 hari. Pupa berubah menjadi serangga muda yang tetap tinggal pada kulit pupa di dalam biji untuk proses pematangan dan pengerasan kulit. Setelah menjadi imago, serangga akan membuat lubang keluar dengan cara menggerak biji dari bagian dalam.

Imago *S. zeamais*

Hama ini disebut *corn weevil* atau bubuk jagung yang memiliki kepala memanjang membentuk moncong (Gambar 8). Imago keluar dari biji dengan cara menggerak kulit pupa dan kulit biji jagung. Saat baru keluar, imago berwarna kemerahan, kemudian perlahan berubah menjadi hitam. Imago memiliki empat bintik kemerahan, kemudian berubah menjadi hitam pada bagian elitra (Kalshoven 1981). *S. zeamais* merupakan kumbang kecil dengan ukuran 3–4,5 mm, mirip dengan *S. oryzae*, namun genetaliaanya lebih besar. *S. zeamais* jantan memiliki aedeagus dengan *ridge* tengah, sedangkan pada betina, memiliki *prongs* berbentuk *Y-shaped* menunjuk di bagian akhir dan jaraknya lebih lebar (Morillo dan Rejesus 2001). Total periode perkembangan *S. zeamais* adalah \pm 35 hari pada kondisi suhu optimal 30°C dan kelembapan nisbi 70%. Seperti halnya *S. oryzae*, siklus *S. zeamais* bergantung pada jenis dan kualitas biji yang dirusak (Morillo dan Rejesus 2001). Imago keluar dengan membuat lubang bulat pada biji jagung, kemudian memulai proses hidup baru di luar biji.

Imago betina dapat bertahan hidup tanpa makanan selama 36 hari, sedangkan jika ada makanan dapat bertahan selama 5–8 bulan (Kalshoven 1981). Fekunditas *S. zeamais* 1,5 kali lipat dibandingkan *S. oryzae*. Imago *S. zeamais* terbang ke arah sumber makanan. Di lapangan, banyak ditemukan imago pada pertanaman jagung pada fase pematangan buah.

Imago *S. zeamais* mampu terbang lebih jauh dibandingkan dengan *S. oryzae* (Subramanyam dan Hangstrum 1996; CABI 2004). *S. zeamais* dapat terbang hingga 400 m. Imago *S. zeamais* mempunyai sepasang antena yang bentuknya merupakan gada bersiku (*genikulat*) (Gambar 8). Imago betina yang baru keluar



Gambar 8. Imago *Sitophilus zeamais*. Foto: Nurnina Nonci.

dari biji jagung akan bergerak ke arah yang lebih tinggi dan mengeluarkan feromon seks untuk menarik imago jantan (Anonymous 2014).

Pengendalian *S. zeamais*

Penyimpanan biji jagung pada tempat yang higienis sangat dianjurkan untuk mengatasi serangan *S. zeamais*. Biji yang terinfeksi, baik biji yang baru dipanen maupun sisa panen sebelumnya dibuang.

Jenis wadah penyimpanan juga sangat berpengaruh terhadap perkembangan *S. zeamais*. Pabbage *et al.* (1997) melaporkan bahwa jeriken plastik merupakan wadah penyimpanan benih/biji jagung yang terbaik. Dengan menggunakan jeriken plastik, serangan *S. zeamais* akan berkurang hingga 0,5 ekor/200 g biji jagung. Yakubu *et al.* (2011) melaporkan bahwa mortalitas *S. zeamais* mencapai 100% dalam waktu 6 hari jika jagung disimpan dalam gudang kedap udara dengan suhu 27°C. Jika jagung disimpan dalam gudang yang tidak kedap udara pada suhu 27°C, mortalitas *S. zeamais* sangat rendah, berkisar 0–5% dalam waktu 10 hari.

Penggunaan varietas tahan dianjurkan untuk mengendalikan *S. zeamais* karena varietas tahan akan memperlambat perkembangan populasi *S. zeamais* di dalam gudang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *hydroxycinnamic acid (phenolic)* berperan penting dalam ketahanan mekanis biji jagung terhadap *S. zeamais* dan merupakan tipe ketahanan antibiosis (Seratos *et al.* 1993). Classen *et al.* (1990) melaporkan bahwa kekerasan biji berkorelasi dengan kandungan senyawa fenol karena asam-asam fenol diesterifikasi ke bentuk karbohidrat,

feruloyl dan *p-coumaroyl arabinoxylaus*, yang menghasilkan hubungan silang secara mekanik pada dinding sel, sehingga dimer-dimer ini menyebabkan jaringan mengeras dan membatasi kemampuan biodegradasi dinding sel oleh serangga. Jagung hibrida yang resisten diduga mempunyai kandungan asam fenolat yang lebih tinggi yang berpengaruh terhadap daya makan dan ketahanan hidup *S. zeamais*. Dengan demikian, skrining secara biokimia dapat digunakan sebagai langkah awal seleksi genotipe jagung untuk ketahanan terhadap *S. zeamais*.

Seratos *et al.* (1987) mengemukakan bahwa analisis dengan GS-MS menunjukkan bahwa asam ferulic dan *p-coumaric* merupakan senyawa fenol utama dalam ekstrak biji jagung, dan perilaku makan serangga sangat terganggu bila asam-asam fenolat tersebut ditambahkan ke dalam diet. Selanjutnya dikatakan bahwa *fluorescence* yang berhubungan dengan asam ferulic dan senyawa-senyawa yang berhubungan dalam biji berlokasi di dalam perikarp dan lapisan aleuron.

Suherman dan Masmawati (1987) telah menguji 256 famili hasil pembentukan varietas/galur jagung yang tahan terhadap *S. zeamais* dan mendapatkan 17 nomor yang dinilai unggul, yaitu mempunyai potensi hasil tinggi dan persentase kerusakan biji oleh *S. zeamais* rendah, yaitu kurang dari 24%. Dari 445 galur/*pedigree* yang diuji terhadap *S. zeamais*, 21 galur tidak terserang setelah infestasi dan disimpan selama dua bulan (Masmawati *et al.* 1997). Hasil penelitian Nonci *et al.* (2006) menunjukkan bahwa Srikandi Kuning memiliki persentase serangan terendah yakni 39,50%, kehilangan bobot biji 0,48 g, dan tidak ditemukan imago (F₁). Serangan tertinggi terdapat pada GUIANIA 8765 dengan biji yang rusak 78%, kehilangan bobot biji 0,28 g, dan jumlah imago (F₁) rata-rata 15,25 ekor. Pada Srikandi Putih, serangan terendah terdapat pada S98TLWQ (F/D)(tb) yakni 13,28%, kehilangan bobot biji 1,38 g, dan jumlah imago (F₁) rata-rata 1 ekor. Galur yang mendapat serangan tinggi adalah MS2 dengan kerusakan 95,33%, kehilangan bobot biji 3,51 g, dan jumlah imago (F₁) rata-rata 8,75 ekor.

Teknik pengendalian yang aman, murah, dan mudah diterapkan petani adalah dengan menggunakan musuh alami, baik parasitoid, predator, maupun patogen. Namun, penelitian tentang musuh alami hama gudang *S. zeamais* di Indonesia dan negara lain masih sangat kurang. Li *et al.* (1998) melaporkan bahwa parasitoid yang efektif menekan serangan *S. zeamais* adalah *Lariophagus distinguendus*. Chaisaeng *et al.* (2010) melaporkan bahwa parasitoid *Anisopteromalus calandrae* (Howard) efektif mengendalikan *S. zeamais* jika diaplikasikan dengan jumlah yang cukup pada awal masa penyimpanan benih. Patogen *Beauveria bassiana* isolat ESALQ-447 efektif untuk mengendalikan *S. zeamais* (Rondelli *et al.* 2012).

Beberapa ekstrak tanaman menunjukkan toksisitas yang tinggi terhadap *S. zeamais*. Tandiang *et al.* (2004) melaporkan bahwa dari empat jenis bahan nabati yang diuji, dua jenis efektif mematikan *S. zeamais*. Ekstrak daun

Ageratum conyzoides (bandotan) dan *Andropogon nardus* (serai) dengan konsentrasi pengenceran 50% menyebabkan mortalitas imago masing-masing 86,70% dan 65,30% pada 24 jam setelah aplikasi. Udo (2005) menguji sejumlah tanaman dan melaporkan bahwa *Afromomum meleguata* dan *Piper guineense* dapat berfungsi sebagai repellent *S. zeamais*. Selanjutnya Muzemu *et al.* (2013) menemukan bahwa *Eucalyptus tereticornis* sangat efektif mengendalikan *S. zeamais* dibandingkan *Tagetes minuta* dan *Carica papaya*. Penelitian di laboratorium pada tiga jenis tanaman, yaitu *Allium sativum* (bawang merah), *Nicotiana tabacum* (tembakau), dan *Zingiber officinale* (jahe) yang ditepungkan menunjukkan bahwa dengan dosis 1,5 g tepung/50 g biji, mortalitas *S. zeamais* pada perlakuan tepung tembakau mencapai 100%, pada tepung jahe 86,67% dan pada tepung bawang merah 90%. Tepung daun *Azadirachta indica* (mimba) dengan dosis 12,5%/20 g benih gandum (berat/berat) dapat mematikan 100% *S. zeamais* selama 48 jam (Ileke dan Oni 2011). Abu kayu dan serbuk kulit kopi juga efektif mengendalikan *S. zeamais* (Gemu *et al.* 2013). Repellent dan penghambat oviposisi yang diisolasi dari berbagai jenis tanaman dinilai lebih aman dibandingkan dengan pestisida sintetis (Upadhyay dan Ahmad 2011). Pestisida nabati ini tidak memiliki efek samping dan dapat terurai secara alami.

Insektisida berbahan aktif metil pirimifos dengan dosis 12 ml/ton jagung efektif mengendalikan *S. zeamais* selama 240 hari (Alleoni dan Ferreira 2006). Metil pirimifos selain efektif untuk mengendalikan *S. zeamais*, tidak berpengaruh negatif terhadap daya kecambah benih jagung (Pabbage *et al.* 1990).

STRATEGI PENGENDALIAN

Salah satu strategi pengendalian *S. zeamais* adalah perlakuan prapanen dengan membiarkan jagung di lapangan dengan kelobot tetap tertutup hingga kadar air 12%. Petani dianjurkan menanam jagung yang tongkolnya mempunyai kelobot yang menutup biji dengan sempurna karena serangan *S. zeamais* di lapangan dapat menjadi populasi awal hama bila jagung disimpan di gudang. Jagung yang disimpan dalam bentuk tongkol berkelobot lebih aman dari serangan *S. zeamais* dibandingkan dengan jagung yang disimpan dalam bentuk pipilan. Tandiang *et al.* (1996) melaporkan bahwa kerusakan biji oleh *S. zeamais* pada jagung yang disimpan dalam bentuk kelobot lebih rendah dibandingkan yang disimpan dalam bentuk pipilan. Selanjutnya dikatakan bahwa umur panen jagung berpengaruh terhadap kerusakan yang disebabkan oleh *S. zeamais*. Panen pada saat biji masak fisiologis, yang dicirikan adanya lapisan hitam pada biji, menyebabkan biji semakin keras sehingga mempersulit *S. zeamais* untuk meletakkan telur. Sebelum disimpan, sebaiknya jagung dikeringkan hingga kadar air 10%.

Kondisi gudang penyimpanan yang baik akan membantu menekan perkembangan *S. zeamais*. Pencegahan serangan *S. zeamais* di gudang penyimpanan dapat dilakukan dengan melakukan aerasi, yang secara nyata berpotensi sebagai teknik pencegahan *S. zeamais* tanpa bahan kimia. Menurut Arthur (1998) dalam CABI (2014), aerasi dalam gudang penyimpanan dapat mengurangi secara nyata populasi *S. zeamais* dibandingkan penyimpanan tanpa aerasi. Dianjurkan untuk mengombinasikan cara aerasi, yaitu aerasi ambien pada musim gugur dan aerasi dingin pada musim panas. Respirasi di dalam gudang menyebabkan konsentrasi O_2 menurun dan CO_2 meningkat sehingga *S. zeamais* mati lemas dan mengalami dehidrasi. Selain dengan aerasi dan respirasi, fumigasi dengan ozon juga dapat mencegah perkembangan *S. zeamais*. Sousa *et al.* (2012) melaporkan bahwa ozon berpotensi sebagai fumigan alternatif dengan risiko yang rendah terhadap perkembangan resistensi *S. zeamais*. Ozon juga mengurangi aktivitas pergerakan *S. zeamais* sehingga mengurangi kesempatan hama untuk berkembang pada awal fumigasi.

Suhu gudang penyimpanan juga memengaruhi perkembangan populasi *S. zeamais*. Ileleji *et al.* (2007) melaporkan bahwa menjaga suhu gudang penyimpanan jagung $\geq 15^\circ C$ dalam waktu yang lama efektif menekan perkembangan keturunan *S. zeamais*.

Pembentukan varietas tahan juga merupakan salah satu strategi pengendalian *S. zeamais*. Hingga saat ini jumlah varietas jagung yang tahan terhadap *S. zeamais* masih terbatas sehingga pengujian ketahanan galur/varietas terhadap *S. zeamais* perlu diteruskan.

KESIMPULAN

Hama gudang yang banyak ditemukan pada jagung adalah *S. zeamais*. Imago saat baru keluar berwarna kemerahan, perlahan berubah menjadi hitam, ukuran 3–4,5 mm, mempunyai sepasang antena dengan bentuk gada bersiku (*genikulat*). Imago betina meletakkan telur dengan membuat lubang pada biji, kemudian ovipositorinya meletakkan satu butir lalu dilindungi dengan lapisan lilin. Telur berwarna putih bening, bentuknya lonjong, lunak dan licin, ukuran 0,7 mm x 0,3 mm. Larva terdiri dari empat instar, tidak bertungkai, panjang 1,5–4 mm. Pupa berkembang di dalam biji, stadia pupa 3–9 hari. Kerusakan akibat serangan *S. zeamais* pada jagung berkisar antara 30–100% bergantung pada varietas, populasi *S. zeamais*, kadar air biji, suhu, dan kelembapan.

Hama *S. zeamais* dapat dikendalikan dengan cara menyimpan jagung dalam tempat yang bersih (higienis), baik di gudang maupun tempat penyimpanan lainnya, menggunakan varietas tahan, menggunakan musuh alami seperti parasitoid *Lariophagus distinguendus* dan *Anisopteromalus calandrae*, patogen *Beauveria bassiana*, serta insektisida nabati ekstrak daun bandotan,

serai, bawang merah, tembakau, jahe, dan mimba. Insektisida sintesis berbahan aktif metil pirimifos dapat pula diaplikasikan dengan mengikuti petunjuk penggunaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alleoni, B. and W. Ferreira. 2006. Control of *Sitophilus zeamais* Mots., 1958 and *Sitophilus oryzae* (L., 1763) weevils (Coleoptera, Curculionidae) in stored rice grain (*Oryza sativa* L.) with insecticide pirimiphos methyl (Actellic 500 CE). 9th International Working Conference on Stored Product Protection. pp. 1234–1241.
- Anonymous. 2014. Greater rice weevil *Sitophilus zeamais*. http://agspsrv34.agric.wa.gov.au/ento/pestweb/Query1_1.idc?ID=-1055010548. [9 December 2014].
- Bergvinson, D. 2002. Storage pest resistance in maize. CIMMYT Maize Programs. pp. 32–39.
- BPTP (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian) Sulawesi Tengah. 2010. Budi Daya Jagung. Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sulawesi Tengah, Palu. 29 hlm.
- CABI. 2004. Crop Protection Compendium: Module II. CAB International, Wallingford, UK.
- CABI. 2014. *Sitophilus zeamais*. Invasive Species Compendium. www.cabi.org. [8 December 2014].
- Caliboso, F.M., P.D. Sayaboc, and M.R. Amoranto. 1985. Pest problem and use of pesticides in grain storage in the Philippines. In B.R. Champ and E. Highley (Eds.). Pesticides and Humid Tropical Grain Storage System. ACIAR Proc. 14: 17–29.
- Canadian Grain Commission. 2013. Maize weevil *Sitophilus zeamais* Motschulsky. <http://www.grainscanada.gc.ca/storage-entrepose/pip-irp/mw-cr-eng.htm>. [9 December 2014].
- Chaisaeng, P., W. Chongrattanameteeakulb, P. Visarathanonth, and B. Vajarasathiarad. 2010. Laboratory studies on control of the maize weevil *Sitophilus zeamais* by the parasitoid *Anisopteromalus calandrae*. Sci. Asia 36: 6–11.
- Champ, B.R. 1985. Occurrence of resistance to pesticides in grain storage pests. In B.R. Champ and E. Highley (Eds.). Pesticides and Humid Tropical Grain Storage System. ACIAR Proc. (14): 229–255.
- Classen, D., J.T. Anarson, J.A. Seratos, J.D.H. Lambert, and C. Nozzolillo. 1990. Correlation of phenolic acid content of maize to resistance to *Sitophilus zeamais*, the maize weevil in CIMMYT's collections. J. Chem. Ecol. 16(2): 301–315.
- Danho, M., C. Gaspar, and E. Haubruge. 2002. The impact of grain quantity on the biology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae): oviposition, distribution of egg, adult emergence, body weight and sex ratio. J. Stored Products Res. 38: 259–266.
- Gemu, M., E. Getu, T. Tadess, and A. Yosuf. 2013. Management of *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) and *Sitotroga cerealella* (Oliver) (Lepidoptera: Gelechiidae) using locally available inert materials in Southern Ethiopia. J. Agric. Food Sci. 1(6): 111–117.
- Giga, D.P. and U.W. Mazarura. 1991. Levels of resistance to the maize weevil *Sitophilus zeamais* Motsch in exotic, local open pollinated and hybrid maize germplasm. Insect Sci. Appl. 12 (1/2/3): 159–169.
- Grist, D.H. and R.A.A.W. Lever. 1969. Pest of Rice. Longman and Co. Ltd., London. p. 520.
- Haines. C.P. 1980. Practical on loss assessment methods. Biotrop Second Training Course on Pest of Stored Products. Bogor. 8 pp.
- Haines. C.P. and R.I. Pranata. 1982. Survey of insects and arachnids associated with stored products in some parts of Java. In Teter. N.C. and A.S. Frio (Ed.), Progress in grain protection. Los Banos, Philippines, Southeast Asia Cooperative Post-Harvest Research and Development Programme, 17–48.
- Haines, C.P. 1991. Insects and arachnids of tropical stored products: Their biology and identification. A training manual. Natural Resources Institute, Kent, UK. 246 pp.
- Halstead, D.G.H. 1959. The separation of *Sitophilus oryzae* (L.) and *S. zeamais* Motschulsky (Col., Curculionidae) with a summary of their distribution. Entomologist's Monthly Magazine 99: 72–74.
- Ileke, K.D. and M.O. Oni. 2011. Toxicity of some plant powders to maize weevil, *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) [Coleoptera: Curculionidae] on stored wheat grains (*Triticum aestivum*). Afr. J. Agric. Res. 6(13): 3043–3048.
- Ileleji, K.E., D.E. Maier, and C.P. Woloshuk. 2007. Evaluation of different temperature management strategies for suppression of *Sitophilus zeamais* (Motschulsky) in stored maize. J. Stored Products Res. 43: 480–488.
- Kalshoven, L.G.E. 1981. The Pest of Crops in Indonesia. Ictiar Baru-Van Hoeve, Jakarta.
- Kartasapoetra, A.G. 1987. Hama Hasil Tanaman dalam Gudang. Bina Aksara, Jakarta. hlm. 31–40.
- Kranz, J., H. Schumuterer, and W. Koch. 1980. Disease Pest Weed in Tropical Crop. John Wiley and Son, New York. 666 pp.
- Kuschel, G. 1961. On problems of synonym in the *Sitophilus oryzae* complex (30th Contribution, Col. Curculionidae). Ann. Mag. Nat. Hist. (Ser. 13) 4: 241–244.
- Li, R.M., M.S. Kang, O.J. Moreno, and L.M. Pollak, 1998. Genetic variability in exotic × adapted maize (*Zea mays* L.) germplasm for resistance to maize weevil. Plant Gen. Resources Newsl. 114: 22–25.
- Masmawati, O. Suherman, dan D. Baco. 1997. Ketahanan beberapa galur jagung terhadap *Sitophilus zeamais*. Kongres Entomologi V, Bandung, 24–26 Juni 1997.
- Mollasgo. A.B. 1982. The role offarmers' center in postharvest protection. In v. Rottger. (Ed.), Proceedings of GASGA Seminar on paddy deterioration in the humid tropics, Baguio, Philippines, 11–18 October 1981. Eschborn. GTZ, 209–211.
- Morallo-Rejesus, B. 1975. Storage pests and their control. Proceedings of seminar on food storage and handling, Manila, April 1975, 20–28.
- Morallo, B.R. and R.S. Rejesus. 2001. Biology of Predominant Storage Insect Pest. Biology and Management of Stored Product and Postharvest Insect Pest. pp. 31–73.
- Muzemu, S., J. Chitamba, and B. Mutetwa. 2013. Evaluation of *Eucalyptus tereticornis*, *Tagetes minuta*, and *Carica papaya* as stored maize grain protectants against *Sitophilus zeamais* (Motsch.) (Coleoptera: Curculionidae). Agric. Forestry Fish. 2(5): 196–201.
- Nonci, N., M.H.G. Yasin, dan Suarni. 2005. Interaksi populasi jagung sintetik dengan serangan *Sitophilus* sp. Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae). Makalah disampaikan pada International Conference of Crop Security, Universitas Brawijaya, Malang, 20–22 September 2005. 25 hlm.
- Nonci, N., I.M.J. Mejaya, dan A.H. Talanca. 2006. Ketahanan jagung QPM terhadap bubuk jagung *Sitophilus* sp. Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Usaha Agribisnis Industrial Pedesaan. Palu, 5–6 Desember 2006.
- Nonci, N., A. Muis, dan M.H.G. Yasin. 2008. Perakitan varietas jagung QPM tahan hama bubuk jagung *S. zeamais*. Jurnal Penelitian Pertanian Tanaman Pangan 27(3): 171–178.
- Pabgabe, M.S., S. Senong, dan D. Baco. 1990. Pengaruh wadah penyimpanan benih jagung dan pirimifos metil terhadap populasi *Sitophilus zeamais* dan viabilitas benih. Agrikam 5(2): 62–70.

- Pabbage, M.S., Maswati, dan S. Mas'ud. 1997. Kumbang bubuk *Sitophilus* sp. (Coleoptera: Curculionidae) dan strategi pengendaliannya. Seminar dan Lokakarya Nasional Jagung, 11–12 November 1997. 11 hlm.
- Parker, S. 2014. Life cycle of the maize weevil *Sitophilus zeamais*. www.Parker.com/about_5371323_life-maize-weevil-sitophilus-zeamais.html. [2 December 2014].
- Peadt, R.C. 1978. Fundamental of Applied Entomology. 3rd Edition. Mac Millan Publ. Co. Inc., New York. pp. 591–595.
- Phillips, T.W. 1971. An additional aedeagal character for distinguishing *Sitophilus zeamais* Motsch. from *Sitophilus oryzae* L. (Coleoptera: Curculionidae). J. Stored Prod. Res. 6: 351–352.
- Pranata, R.I. 1982. Masalah susut akibat serangga pascapanen. (*Coaching* Pengendalian Hama Gudang). Direktorat Perlindungan Tanaman Pangan, Bogor. hlm. 8.
- Pranata, R.I. 1985. Mengamankan hasil panen dari serangga hama. Balai Informasi Pertanian Ciawi. hlm. 42.
- Prevelt, P.F. 1975. Report on a visit to Indonesia, Feb. – Mar. 1975. Tropical Products Institute, Report R440. 31 p.
- Rondelli, V.M., J.R. de Carvalho, D. Pratisoli, R.A. Polanczyk, J.R. de Conte, C. de Alencar, F.D. Zinger, and S.M.A. Pereira. 2012. Selection of *Beauveria bassiana* (Bals) Vuill. isolates for controlling *Sitophilus zeamais* (Mots.) (Coleoptera: Curculionidae). IDesia (Chile) 30(3): 97–102.
- Saenong, M.S. 1996. Pengaruh padat populasi serangga *Sitophilus zeamais* dan bentuk biji terhadap tingkat kerusakan benih jagung di laboratorium. Seminar mingguan Balitjas, Sabtu 16 November 1996.
- Santhoy, O. and B. Morallo-Rejesus. 1975. The development rate, body weight and reproductive capacity of *Sitophilus zeamais* Motsch. reared on 3 natural hosts. Philippine Entomologist, 2: 311–321.
- Semple, R.L. 1985. Problems relating to pest control and use of pesticides in grain storage: the current situation in ASEAN and future requirements. In B.R. Champ and E. Highley (Eds.). Pesticides and Humid Tropical Grain Storage System. ACIAR Proc. (14): 45–75.
- Seratos, J.A., J.T. Arnason, C. Nozzolillo, J.D.H. Lambert, B.J.R. Philogene, G. Fulcher, K. Davidzon, L. Peacock, J. Atkinson, and P. Morand. 1987. The factors contributing to resistance of exotic maize populations to maize weevil *Sitophilus zeamais*. J. Chem. Ecol. 13: 751–726.
- Seratos, J.A., A.B. Labra, J.A. Mihm, L. Pietrzak, and Anarson. 1993. Generation means analysis of phenolic compounds in maize grain and susceptibility to maize weevil *Sitophilus zeamais* infestation. Corn J. Bot. 71: 1176–1181.
- Sidik, M., M. Halid, and Pranata. 1985. Pest problems and use of pesticides in grain storage in Indonesia. In B.R. Champ and E. Highley (Eds.). Pesticide and Humid Tropical Grain Storage System. ACIAR Proc. (14): 37–43.
- Sosromarsono, S., S. Wardoyo, S. Adisoemarto, dan Y.R. Suhardjono. 2007. Nama Umum Serangga. Perhimpunan Entomologi Indonesia. 55 hlm.
- Sousa, A.H., L.R.A. Faroni, G.N. Silva, and R.N.C. Guedes. 2012. Ozone toxicity and walking response of populations of *Sitophilus zeamais* (Coleoptera: Curculionidae). J. Econ. Entomol. 105(6): 2187–2195.
- Subramanyam, B. and D.W. Hangstrum. 1996. Integrated Management of Insect in Stored Product. US Department of Agriculture. Marcel Dekker Inc., Manhattan.
- Suherman, O. dan Masmawati. 1987. Perbaikan populasi jagung. Seleksi famili untuk potensi hasil dan ketahanan terhadap kumbang bubuk (*Sitophilus zeamais*). Seminar mingguan Balitjas, 26 April 1997.
- Sukprakarn, E. and P. Tauthong. 1981. Stored products insect research in Thailand. In Pests of stored products. Bogor, Indonesia, BIOTROP Special Publication No. 9: 77–86.
- Suprakorn, C. 1985. Pest problem and use of pesticide in grain storage in Thailand. In B.R. Champ and E. Highley (Eds.). Pesticides and Humid Tropical Grain Storage System. ACIAR Proc. (14): 31–36.
- Surtikanti. 2004. Kumbang bubuk *Sitophilus zeamais* Motsch. (Coleoptera: Curculionidae) dan strategi pengendaliannya. J. Litbang Pert. 23(4): 123–129.
- Tandiabang, J., S. Mas'ud, dan M.S. Pabbage. 1996. Kehilangan hasil jagung oleh kumbang bubuk *S. zeamais* dengan penundaan panen. Seminar mingguan Balitjas, 16 November 1996.
- Tandiabang, J. 1998. Kehilangan hasil jagung oleh kumbang bubuk *Sitophilus zeamais* pada berbagai umur simpan dan wadah penyimpanan. Laporan Hasil Penelitian Hama dan Penyakit 1998. Balai Penelitian Jagung dan Serealia Lain, Maros.
- Tandiabang, J., Masmawati, M. Yasin, dan M.S. Saenong. 2004. Pengendalian hama kumbang bubuk *Sitophilus zeamais* Motch secara hayati. Laporan hasil penelitian hama dan penyakit. Balai Penelitian Tanaman Serealia, Maros. hlm. 1–4.
- Teetes, G.L., K.V. Seshu Reddy, K. Leusschner, and L.R. House. 1983. Sorghum Insect Identification Handbook. ICRISAT, Pantancheru, India. 123 pp.
- Upadhyay, R.K. and S. Ahmad. 2011. Management strategies for control of stored grain insect pests in farmer stores and public ware houses. World J. Agric. Sci. 7(7): 527–549.
- Udo, I.O. 2005. Evaluation of the potential of some local species as stored grain protectants against the maize weevil *Sitophilus zeamais* Mots (Coleoptera: Curculionidae). J. Appl. Sci. Environ. Mgt. 9(1): 165–168.
- Yakubu, A., C.J. Bern, J.R. Coats, and T.B. Bailey. 2011. Hermetic on-farm storage for maize weevil control in East Africa. Am. J. Agric. Res. 6(14): 3311–3319.