

**PENGARUH MINYAK NABATI *Piper aduncum* TERHADAP JAMUR *Sclerotium rolfsii*
MENURUT KETINGGIAN LOKASI TANAM DAN WAKTU PENYULINGAN**
*The effects of botanical oil of Piper aduncum from different altitude and time distillation
treatments to fungus Sclerotium rolfsii*

Nurmansyah

Kebun Percobaan Laing, Solok-Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat
Jalan Tentara Pelajar No. 3 Bogor 16111
Telp 0251-8321879 Faks 0251-8327010
nurmansyah70@yahoo.com
balittro@litbang.pertanian.go.id

(diterima 17 Mei 2016, direvisi 04 Agustus 2016, disetujui 18 Oktober 2016)

ABSTRAK

Pengujian efektifitas antifungal pestisida nabati *Piper aduncum* untuk pengendalian cendawan *Sclerotium rolfsii* pada ketinggian lokasi tanam dan waktu penyulingan berbeda telah dilakukan sejak Agustus 2014 sampai April 2015 di Laboratorium Pasca Panen dan Parasitologi Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Laing Solok, Sumatera Barat. Penelitian terdiri dari tiga sub kegiatan: (1) Penekanan diameter koloni, (2) Perkecambahan sklerotia, dan (3) Penekanan biomassa koloni. Percobaan disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial, 9 perlakuan diulang empat kali. Perlakuan yang diuji adalah sumber bahan *P. aduncum*; dari dataran rendah (A1) 20 m dpl, dataran menengah (A2) 460 m dpl dan dataran tinggi (A3) 1000 m dpl sebagai faktor I. Faktor II adalah waktu penyulingan; satu jam ke-1 (W1), satu jam ke-2 (W2) dan satu jam ke-3 (W3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak *P. aduncum* dari dataran rendah mempunyai aktifitas antifungal lebih tinggi dibanding dataran menengah dan tinggi, dengan penekanan diameter koloni secara berurutan 92,77; 91,02 dan 87,77%; penekanan biomassa koloni masing-masing 94,85; 92,52 dan 90,40%; penekanan perkecambahan sklerotia masing-masing 60; 48,89 dan 36,67%. Hasil penyulingan satu jam ketiga mempunyai aktifitas antifungal lebih baik dari satu jam kedua dan kesatu, dengan penekanan diameter koloni secara berurutan 98,52; 89,63 dan 83,42%; penekanan biomassa koloni masing-masing 97,67; 93,83 dan 86,67%; penekanan perkecambahan sklerotia masing-masing 71,11; 46,67 dan 27,78%.

Kata kunci: *Piper aduncum*, *Sclerotium rolfsii*, pestisida nabati, ketinggian, waktu penyulingan

ABSTRACT

A bioassay of antifungal activity of *Piper aduncum* oil grown at three altitudes and the oil obtained from three different distillation times to control fungus *Sclerotium rolfsii* had been carried out from August 2014 to April 2015 in the Parasitology and Post-harvest Laboratory of Indonesian Spices and Medicinal Crops Research Institute Laing Solok, West Sumatera. The study consisted of three sub activities: (1) observation on colony diameter, (2) germination of sclerotia, and (3) biomass of fungal colony. The experiment was arranged in Completely Randomized Design (CRD), consisted of 9 treatments and 4 replications. The first factor was the source of *P. aduncum* material from low altitude (A1) 20 m asl, medium altitude (A2) 460 m asl, and high altitude (A3) 1,000 m asl. The second factor was distillation time: (1) the first hour (W1), the second hour (W2) and the third hour (W3). The results showed that the *P. aduncum* oils from low altitude were more effective than from medium and high altitude, with inhibition of colony diameter were 92.77 (A1), 91.02 (A2), 87.77% (A3); inhibition of colony biomass were 94.85; 92.52 and 90.40%; inhibition of sclerotia germination were 60; 48.89 and 36.67% respectively. Distillation in the third hour was more effective than the first and the second hour, with inhibition of colony diameter were; 98.52; 89.63 and 83.42%; inhibition of colony biomass were 97.67; 93.83 and 86.67%; inhibition of sclerotia germination were 71.11; 46.67 and 27.78% respectively.

Key words: *Piper aduncum*, *Sclerotium rolfsii*, botanical pesticide, altitude, distillation time

PENDAHULUAN

Sclerotium rolfsii merupakan jamur patogen yang menyerang berbagai tanaman (Sukanto dan Wahyuno 2013). Serangan pada kacang tanah menyebabkan busuk pada pangkal batang dan dapat menurunkan hasil hingga mencapai 80% (Pattee dan Young 1982).

Piper aduncum L (Piperaceae) di Indonesia dikenal dengan sirih-sirihan, merupakan salah satu tumbuhan perdu liar, tinggi antara 3-7 m. Tumbuhan ini berkembang sebagai gulma di tepi jalan dan perkebunan, tumbuh pada dataran rendah sampai dataran tinggi, pada tanah subur sampai tanah marginal bahkan mampu hidup di bukit cadas dan berbatu.

Daun *P. aduncum* mempunyai khasiat untuk menyembuhkan luka, menghentikan pendarahan, batuk, asma, sakit gigi (Gholib 2009), obat bisul dan obat luka baru (Sudrajat *et al.* 2011).

Daun *P. aduncum* mengandung minyak atsiri dengan rendemen 0,87% dari bahan siap suling (Nurmansyah 2004) atau 0,1% dari daun segar (Heyne 1987). Di Fiji kandungan dilapiol lebih rendah yaitu 58% dan piperitone 4% (Smith dan Kassim 1979). Ekstrak dari tumbuhan *P. aduncum* mengandung senyawa fenol, asam benzoic, asam karboksilik dan flavanol (Burke dan Nair 1986); (Orjala *et al.* 1993).

Ekstrak dan minyak atsiri dari tumbuhan ini mempunyai aktifitas antifungal dan mempunyai potensi sebagai bahan baku pestisida nabati, untuk mengendalikan cendawan patogen tanaman seperti *S. rolfsii*, *Phytophthora capsici*, dan *Fusarium oxysporum* (Nurmansyah 2001). Minyak nabati *P. aduncum* efektif untuk mengendalikan *Fusarium* sp penyebab penyakit busuk kuning batang *Hylocereus polyrhizus* (Selfa *et al.* 2014), *Colletotrichum gloesporioides* penyebab antraknosa pada tanaman buah naga (Idris dan Nurmansyah 2015), bersifat insektisidal terhadap *Ceratomyxa tingomarianus* pada tanaman buncis (Fazolin *et al.* 2005), dan serangga *Periplaneta*

americana (American cockroach) (Ling A *et al.* 2009).

Ketinggian tempat atau agroekologi yang berbeda, akan mempengaruhi pertumbuhan dan pembentukan metabolit sekunder pada tanaman. Pada tanaman serai wangi metabolit sekunder (sitronellal) terbentuk lebih banyak pada ketinggian 1.200 m dpl (48,49%) dibandingkan pada ketinggian 450 m dpl (45,19%) (Suryani dan Nurmansyah 2013). Sebaliknya, metabolit sekunder pada tanaman teh (kafein) terbentuk lebih tinggi pada ketinggian 800 m dpl (562,21 mg g⁻¹) dibanding 1.200 m dpl (185,93 mg g⁻¹) (Artanti *et al.* 2016).

Lama penyulingan sangat menentukan komposisi hasil sulingan. Penyulingan serai wangi pada satu jam pertama memberikan komponen citronellal tertinggi, sementara komponen geraniol tertinggi didapat pada jam kedua penyulingan dan komponen sitronellol tertinggi didapat pada jam ketiga penyulingan (Ketaren 1985). Penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh sumber *P. aduncum* berdasarkan ketinggian tempat (dataran rendah, sedang, dan dataran tinggi), dan pengaruh waktu penyulingan bahan (satu jam kesatu, satu jam kedua dan satu jam ketiga) terhadap efektifitas antifungalnya pada jamur *S. rolfsii* penyebab penyakit busuk pangkal batang kacang tanah.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Pasca Panen dan Parasitologi Kebun Percobaan Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Laing Solok, Sumatera Barat, sejak Agustus 2014 sampai April 2015.

Pengambilan daun *P. aduncum*

Daun *P. aduncum* diambil dari berbagai ketinggian yang berbeda yaitu dataran rendah (pantai Air Manis Padang 20 m dpl), dataran menengah (Laing, Solok 460 m dpl) dan dataran tinggi (Lubuk Selasih, Kabupaten Solok 1.000 m dpl). Bahan diambil pada hari yang sama dengan cuaca cerah, kemudian dilayukan di dalam

ruangan dengan ketebalan 10 cm, dibolak-balik setiap hari selama tujuh hari.

Distilasi minyak *P. aduncum*

Daun *P. aduncum* yang sudah dilayukan disuling dengan sistem kukus. Penyulingan dilakukan selama 3 jam. Minyak yang diperoleh dipisahkan antara hasil penyulingan satu jam kesatu, kedua, dan ketiga penyulingan.

Pembuatan formulasi

Formulasi dibuat dalam bentuk *emulsifier concentrate* (EC 25%), dengan bahan utama minyak *P. aduncum* (25%) ditambahkan pelarut (etanol) 63%, pengemulsi (tween 80) 10% dan perata (teepol) 2%. Bahan diaduk rata selama 10 menit menggunakan *magnetic stirrer*.

Isolasi cendawan

Isolat *S. rolfsii* (Scr 03), diperoleh dari isolasi tanaman kacang tanah yang terinfeksi penyakit busuk pangkal batang di daerah Payo, Kecamatan Lubuak Sikarah, Solok, Sumatera Barat. Isolat dimurnikan dan diidentifikasi berdasarkan karakteristik morfologinya (Barnett dan Hunter 1972).

Pengujian daya antifungal

Pengujian daya hambat dilakukan dengan mencampurkan formula pestisida nabati *P. aduncum* ke dalam medium agar dekstrosa kentang (ADK) steril sampai homogen sesuai perlakuan sebelum membeku (45°C), selanjutnya dituangkan ke petridish dan dibiarkan mengeras. Koloni cendawan *S. rolfsii* yang telah berumur satu minggu dipotong dengan pelubang gabus (*cork-borer*) steril berdiameter 6 mm, diletakkan di tengah-tengah medium, kemudian diinkubasi pada suhu 28°C selama tujuh hari (Tombe *et al.* 2012).

Pengujian penekanan biomassa koloni dilakukan dengan menggunakan medium cair kaldu dekstrosa kentang (KDK). Formula minyak nabati *P. aduncum* yang akan diuji dimasukkan ke dalam media KDK yang telah disterilkan. Selanjutnya

dilakukan inokulasi cendawan uji, berupa potongan koloni *S. rolfsii*, kemudian diinkubasikan pada suhu 28°C selama 7 hari. Koloni jamur yang tumbuh diambil dan dikeringkan pada suhu 80°C selama 48 jam, kemudian ditimbang biomasanya (Syamsu *et al.* 2004). Pengujian perkecambahan sklerotia dilakukan dengan cara mencampurkan formula pestisida nabati *P. aduncum* sampai homogen sesuai perlakuan yang akan di uji ke dalam medium ADK steril (45°C), selanjutnya dituangkan ke dalam petridish. Setelah itu ditanam sklerotia sebanyak 10 buah per petri dan diinkubasi pada suhu 28°C selama tujuh hari.

Percobaan satu sampai tiga disusun dalam bentuk Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam faktorial yang terdiri dari sembilan perlakuan, masing-masing empat ulangan. Faktor pertama adalah sumber bahan baku *P. aduncum* dari dataran rendah (A1) 20 m dpl, dataran menengah (A2) 460 m dpl dan dataran tinggi (A3) 1.000 m dpl. Faktor kedua adalah waktu penyulingan yaitu satu jam ke-1 (W1), satu jam ke-2 (W2), dan satu jam ke-3 (W3). Tingkat konsentrasi yang digunakan dalam pengujian adalah 500 ppm (Nurmansyah 2004). Penghambatan pertumbuhan koloni dihitung mengikuti rumus Noveriza dan Miftakhurohmah (2010).

$$X = \frac{b - a}{b} \times 100\%$$

- x = Penghambatan/daya efikasi (*Inhibition/efficacy*).
 a = Diameter koloni/biomassa koloni/sklerotia berkecambah pada perlakuan (*Colony diameter/colony biomass/germinating sclerotium of treatments*).
 b = Diameter koloni/biomassa koloni/sklerotia berkecambah pada kontrol (*Colony diameter/colony biomass/germinating sclerotium of control*).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penekanan diameter koloni

Hasil penelitian menunjukkan sumber bahan sirih-sirih (*P. aduncum*) dan waktu penyulingan mempengaruhi aktivitas antifungal pestisida nabati minyak sirih-sirih. Bahan yang

bersumber dari dataran rendah mempunyai aktifitas antifungal yang lebih efektif dibanding dengan yang berasal dari dataran menengah dan tinggi (Tabel 1). Hasil penyulingan satu jam kesatu mempunyai aktifitas antifungal yang lebih rendah dibanding satu jam kedua, dan ketiga (Tabel 1).

Hasil analisa statistik menunjukkan adanya interaksi antara sumber bahan baku dari berbagai ketinggian tempat tumbuh dengan waktu penyulingan. Bahan *P. aduncum* dari dataran rendah dan waktu penyulingan pada satu jam ketiga (A1W3),

menunjukkan penekanan pertumbuhan koloni *S. rolfsii* tertinggi. Sebaliknya bahan berasal dari dataran tinggi dan waktu penyulingan satu jam kesatu (A3W1) menunjukkan penekanan pertumbuhan koloni terendah (Tabel 2).

Penekanan biomassa koloni

Perlakuan dengan bahan baku yang bersumber dari dataran rendah memperlihatkan penekanan pertumbuhan biomassa koloni lebih tinggi dibanding dataran sedang dan tinggi serta kontrol (Tabel 3).

Tabel 1. Pengaruh ketinggian tempat dan lama waktu penyulingan terhadap efektifitas pestisida nabati minyak *P. aduncum* dalam menekan diameter koloni *S. rolfsii*.

Table 1. The effect of altitude and the distillation time on *P. aduncum* oil effectiveness to inhibit colony diameter of *S. rolfsii*.

Perlakuan	Diameter koloni (mm)	Daya hambat (%)
Sumber bahan <i>P. aduncum</i>		
A1. Dataran rendah (20 m dpl)	6,50	92,77 a
A2. Dataran menengah (460 m dpl)	8,08	91,02 b
A4. Dataran tinggi (1.000 m dpl)	11,00	87,77 c
Waktu penyulingan		
W1. Satu jam ke-1	14,92	83,42 c
W2. Satu Jam ke-2	9,33	89,63 b
W3. Satu jam ke-3	1,33	98,52 a
Kontrol (tanpa perlakuan)	90,00	0,00 -
KK/CV (%)		1,91

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Note: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% DMRT.

Tabel 2. Interaksi antara ketinggian tempat dan lama waktu penyulingan terhadap efektifitas pestisida nabati minyak *P. aduncum* dalam menekan diameter koloni *S. rolfsii*.

Table 2. Interaction of altitude and distillation time on *P. aduncum* oil effectiveness to inhibit *S. rolfsii* colony diameter.

Perlakuan	Diameter koloni (mm)	Daya hambat (%)
A1. Dataran rendah (20m dpl)		
W1.Satu jam ke-1	11,25	87,50 d
W2.Satu Jam ke-2	8,25	90,83 c
W3.Satu jam ke-3	0,00	100,00 a
A2. Dataran menengah (460 m dpl)		
W1.Satu jam ke-1	15,25	83,05 e
W2.Satu Jam ke-2	9,00	90,00 cd
W3.Satu jam ke-3	0,00	100,00 a
A3. Dataran tinggi (1000 mdpl)		
W1.Satu jam ke-1	18,25	79,72 f
W2.Satu Jam ke-2	10,75	88,05 d
W3.Satu jam ke-3	4,00	95,55 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Note: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% DMRT.

Tingginya aktivitas antifungal pestisida nabati minyak sirih-sirih (*P. aduncum*) dari dataran rendah kemungkinan disebabkan senyawa metabolit sekunder yang terbentuk lebih tinggi dibanding di dataran menengah dan dataran tinggi. Pada dataran rendah biasanya penyinaran lebih banyak dan suhu lebih tinggi dibandingkan dengan dataran tinggi yang lebih banyak berawan dan suhu lebih rendah. Hal ini diduga merangsang pembentukan metabolit sekunder seperti *phenylpropanoid dilapiole* yang merupakan komponen utama dalam minyak *P. aduncum*. *Phenylpro-*

panoid dilapiole akan meningkat pada kondisi banyak cahaya matahari (Pacheco *et al.* 2016). Di Fiji kandungan dilapiol dalam minyak *P. aduncum* 58% dan piperitone 4% (Smith dan Kassim 1979). Ekstrak *P. aduncum* juga mengandung senyawa fenol, asam benzoic, asam karboksilik dan flavanol yang diketahui bersifat antifungal dan antibakteri (Burke dan Nair 1986; Orjala *et al.* 1993).

Hasil analisa statistik biomassa koloni juga menunjukkan adanya interaksi antara ketinggian tempat dengan waktu penyulingan. Bahan baku

Tabel 3. Pengaruh ketinggian tempat dan lama waktu penyulingan terhadap efektifitas pestisida nabati minyak *P. aduncum* dalam menekan biomassa koloni *S. rolfsii*.

Table 3. The effect of altitude and distillation time on *P. aduncum* oil effectiveness to inhibit *S. rolfsii* colony biomass.

Perlakuan	Biomassa koloni (mg)	Daya hambat (%)
Sumber bahan <i>P. aduncum</i>		
A1. Dataran rendah (20 m dpl)	8,50	94,85 a
A2. Dataran menengah (460 m dpl)	12,83	92,52 b
A3. Dataran tinggi (1000 m dpl)	15,67	90,40 c
Waktu penyulingan		
W1. Satu jam ke-1	22,67	86,67 c
W2. Satu Jam ke-2	7,50	93,83 b
W3. Satu jam ke-3	1,00	97,67 a
Kontrol (tanpa perlakuan)	165,00	0,00 -
KK (%)		4,96

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada 5% DMRT.

Note: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at DMRT 5%.

Tabel 4. Interaksi antara ketinggian tempat dan lama waktu penyulingan terhadap efektifitas minyak *P. aduncum* dalam menekan biomassa koloni *S. rolfsii*.

Table 4. Interaction of altitude and the distillation time of *P. aduncum* oil on effectiveness to inhibit *S. rolfsii* colony biomass

Perlakuan	Biomassa koloni (mg)	Daya hambat (%)
A1. Dataran rendah (20m dpl)		
W1. Satu jam ke-1	17,00	89,69 d
W2. Satu Jam ke-2	7,50	95,45 b
W3. Satu jam ke-3	1,00	99,39 a
A2. Dataran menengah (460 m dpl)		
W1. Satu jam ke-1	23,50	85,75 e
W2. Satu Jam ke-2	11,00	93,33 c
W3. Satu jam ke-3	4,00	98,48 a
A3. Dataran tinggi (1000 m dpl)		
W1. Satu jam ke-1	27,50	83,33 f
W2. Satu Jam ke-2	11,50	92,73 c
W3. Satu jam ke-3	8,00	95,45 b

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada masing-masing kolom tidak berbeda nyata pada DMRT 5%.

Note: Numbers followed by the same letters in the same column are not significantly different at 5% DMRT.

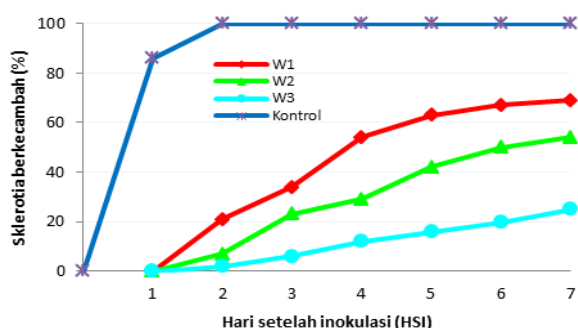
P. aduncum yang berasal dari dataran rendah dengan waktu penyulingan satu jam ke-3 (A1W3), menunjukkan penekanan biomassa koloni *S. rolfii* tertinggi (Tabel 4).

Komponen kimia minyak atsiri yang bersifat antifungal dan antibakteri mampu menembus dinding sel cendawan dan bakteri sehingga terjadi gangguan proses metabolisme di dalam sel dan pada konsentrasi tertentu akan mengakibatkan kematian sel cendawan (Knobloch *et al.* 1989).

Penekanan kecambah sklerotia

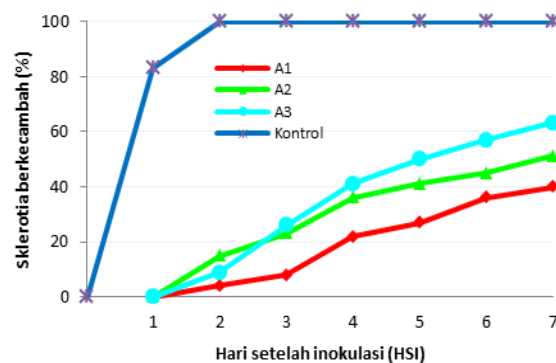
Perlakuan A1 (sumber bahan *P. aduncum* dari dataran rendah), menunjukkan penghambatan perkecambahan sklerotia jamur *S. rolfii* yang lebih tinggi dari A2 (dataran sedang) dan A3 (dataran tinggi). Pada pengamatan 7 hari setelah inokulasi (HSI), sklerotia yang berkecambah pada perlakuan A1 adalah 40% (penekanan 60%), A2 51,11% (penekanan 48,89%) dan A3 sebesar 63,33% (penekanan 26,67%) (Gambar 1).

Waktu penyulingan juga menunjukkan efektifitas antifungal yang berbeda, dalam menekan perkecambahan sklerotia. Minyak yang diperoleh dari hasil penyulingan satu jam ke-1 (W1) menunjukkan persentase kecambah paling tinggi dibanding satu jam ke-2 (W2) dan satu jam ke-3 (W3) (Gambar 2).



Gambar 2. Sklerotia berkecambah pada berbagai perlakuan W1 (satu jam ke-1), W2 (satu jam ke-2) dan W3 (satu jam ke-3).

Figure 2. Number of germinated sclerotia at different distillation time W1 (the first one hour), W2 (the second one hour), W3 (the third one hour).



Gambar 1. Sklerotia berkecambah pada masing-masing perlakuan A1 (dataran rendah), A2 (dataran menengah) dan A3 (dataran tinggi).

Figure 1. Number of germinated sclerotia at different altitude A1 (low altitude), A2 (medium altitude), A3 (high altitude).

Tingginya daya hambat perkecambahan sklerotia pada perlakuan W3 disebabkan senyawa-senyawa yang bersifat antifungal lebih banyak keluar pada satu jam ketiga penyulingan. Minyak yang keluar pada satu jam ketiga adalah minyak berat (BJ >1) yang diketahui mempunyai aktivitas antifungal yang lebih tinggi dibanding minyak ringan (BJ <1), yang terdapat pada minyak *P. aduncum* (Nurmansyah 2004).

Penekanan perkecambahan sklerotia belum sempurna, hal ini disebabkan konsentrasi yang digunakan masih rendah yaitu 500 ppm. Hasil penelitian terdahulu, pada konsentrasi 600 ppm minyak bunga dan ranting serta 750 ppm minyak daun *P. aduncum* mampu menekan perkecambahan sklerotia mencapai 100% (Nurmansyah 1998). Minyak atsiri *P. aduncum* juga efektif mengontrol cendawan *Phytophthora capsici* (Nurmansyah 2004), *Fusarium* sp (Selfa *et al.* 2014) dan *Colletotrichum gloeosporioides* (Idris dan Nurmansyah 2015). Piperaceae diketahui bersifat antimikroba dan mampu mempengaruhi perkembangan serangga. Bahan aktif dari buah *P. aduncum* juga bersifat insektisidal. Ekstrak etanol *P. aduncum* juga dilaporkan lebih beracun dari pada ekstrak metanol rerak untuk hama *Crociodolomia pavonana* (Syahroni dan Prijono 2013). Umami dan Purwani (2015) melaporkan bahwa 5% ekstrak etanol buah cabe jawa (*Piper*

retrofractum) mampu menghambat perkembangan larva *Spodoptera litura*. Sedang ekstrak *P. retrofractum* yang dicampur buah annona lebih efektif daripada pestisida sintetis untuk mengendalikan *C. pavonana* dan *Plutella xylostella* (Dadang *et al.* 2009).

KESIMPULAN

Sumber bahan baku dan waktu penyulingan bahan sangat mempengaruhi aktivitas antifungal nabati minyak *P. aduncum*. Bahan baku yang bersumber dari dataran rendah lebih efektif menekan perkembangan *S. rolfsii*. Minyak hasil penyulingan satu jam ketiga lebih efektif daripada yang diperoleh satu jam kedua dan kesatu.

DAFTAR PUSTAKA

- Artanti, A.N., Nikmah, W.R., Setiawan, D.H. & Prihapsara, F. (2016) Perbedaan Kadar Kafein Daun Teh (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) Berdasarkan Status Ketinggian Tempat Tanam dengan Metode HPLC. *Journal of Pharmaceutical Science and Clinical Research*. 1, 37–44.
- Barnett, H. & Hunter, B. (1972) *Illustrated Genera of Imperfect Fungi*. Burgess Publishing Company. Third Edit. Minneapolis, Burgess Publishing Company.
- Burke, B. & Nair, M. (1986) Phenylpropene, Benzoic Acid and Flavonoid Derivatives from Fruits of Jamaican Piper species. *Phytochemistry*. 25 (6), 1427–1430.
- Dadang, Fitrihari, E.D. & Prijono, D. (2009) Effectiveness of Two Botanical Insecticide Formulations to Two Major Cabbage Insect Pests on Field Application. *J. ISSAAS*. 15 (1), 42–51.
- Fazolin, M., Estrela, J.L. V., Catani, V., Lima, M.S. de & Alécio, M.R. (2005) Toxicity of Piper aduncum Oil to Adults of *Cerotoma tingomarianus* Bechyné (Coleoptera: Chrysomelidae). *Neotropical Entomology*. 34 (3), 485–489. doi:http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000300018.
- Gholib, D. (2009) Uji Daya Hambat Ekstrak Etanol Daun Karuk (*Piper sarmentosum* Roxb.) dan Daun Seserehan (*Piper aduncum* L.) terhadap Trichophyton mentagrophytes. Dalam: Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Bogor, Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner 2009, pp. 815–819.
- Heyne, K. (1987) *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Yayasan Sarana Wana Jaya. Jakarta.
- Idris, H. & Nurmansyah (2015) Efektivitas Ekstrak Etanol beberapa Tanaman Obat sebagai Bahan Baku Fungisida Nabati untuk Mengendalikan *Colletotrichum gloeosporioides*. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 26 (2), 117–124.
- Ketaren, S. (1985) *Pengantar Teknologi Minyak Atsiri*. PN Balai Pustaka. Jakarta, PN Balai Pustaka.
- Knobloch, K., Pauli, A., Iberl, B., Weigand, H. & Weis, N. (1989) Antibacterial and Antifungal Properties of Essential Oil Components. *Journal of Essential Oil Research*. 1 (3), 119–128.
- Ling A, I., Sulaiman, S. & Othman, H. (2009) Evaluation of *Piper aduncum* Linn. Essential Oil (Fam: Piperaceae) against *Periplaneta americana* (L.). *Iranian Journal of Arthropod-Borne Diseases*. 3 (2), 1–6.
- Noveriza, R. & Miftakhurohmah (2010) Efektivitas Ekstrak Metanol Daun Salam (*Eugenia polyantha*) dan Daun Jeruk Purut (*Cyrtus hirtus*) sebagai Antijamur pada Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 16 (1), 6–11. doi:http://dx.doi.org/10.21082/litri v16n1.2010.6%20-%2011.
- Nurmansyah (2001) *Kajian Potensi Beberapa Sirih Liar sebagai Fungisida Nabati*. Dalam: *Prosiding Kongres Nasional XVI dan Seminar Ilmiah Perhimpunan Fitopatologi Indonesia*. Bogor, 22-24 Agustus 2001. Bogor, pp.404–408.
- Nurmansyah (2004) *Pengaruh Fraksi Minyak Sirih-sirih dan Zat Aditif terhadap Daya Efikasi Formula Pestisida Nabati Sirih-sirih*. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional Penerapan Agro Inovasi Mendukung Ketahanan Pangan dan Agribisnis*. Sukarami, 10-11 Agustus 2004. pp.593–599.
- Nurmansyah (1998) Pengaruh Minyak Bunga, Ranting dan Daun Gulma Sirih-sirih (*Piper aduncum*) terhadap Patogen Penyebab Penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Kacang Tanah. *Jurnal Stigma*. 6 (2), 22–27.
- Orjala, J., Erdelmeyer, C.A.J., Wright, A.D., Rali, T. & Sticher, O. (1993) Two Chromenens and A

- Prenylate Benzoic Acid Derivate from *Piper aduncum*. *Phytochemistry*. 34 (3), 813–818.
- Pacheco, F.V., de Paula Avelar, R., Alvarenga, I.C.A., Bertolucci, S.K.V., de Alvarenga, A.A. & Pinto, J.E.B.P. (2016) Essential Oil of Monkey-Pepper (*Piper aduncum* L.) Cultivated under Different Light Environments. *Industrial Crops and Products*. 85, 251–257. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.016.
- Pattee, H.E. & Young, C.T. (1982) Peanut Science and Technology. *American Peanut Research and Education Society*. 326–410.
- Selfa, A.Y., Nasir, N., Astuti, F.A., Jumjunidang & Nurmansyah (2014) Uji Daya Hambat Formulasi Minyak Piper aduncum sebagai Pestisida Nabati Pengendali Jamur *Fusarium* pada Batang *Hylocereus polyrhizus* secara In Vitro. Dalam: *Prosiding Seminar Nasional BioEti. Padang, 27 September 2014*. pp.10–14.
- Smith, R. & Kassim, H. (1979) The Essential Oil of *Piper aduncum* from Fiji. *New Zealand Journal of Science*. 22, 127–128.
- Sudrajat, Susanto, D. & Mintargo, M. (2011) Bioekologi dan Potensi Senyawa Bioaktif Sirih Hutan (*Piper aduncum* L) sebagai Sumber Bahan Baku Larvasida Nyamuk *Aedes aegypti* L. *Mulawarman Scientifie*. 10 (1), 63–74.
- Sukamto & Wahyuno, D. (2013) Identifikasi dan Karakterisasi *Sclerotium rolfsii* Sacc. Penyebab Penyakit Busuk Batang Nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Bul. Littro*. 24 (1), 35–41.
- Suryani, E. & Nurmansyah (2013) Penampilan Beberapa Klon Unggul Serai Wangi pada Dua Agroekologi Berbeda di Sumatera Barat. *Bul. Littro*. 24 (2), 73–78. doi:http://dx.doi.org/10.21082/bullittro.v24n2.2013.%25p.
- Syahroni, Y.Y. & Prijono, D. (2013) Aktivitas Insektisida Campuran Ekstrak Buah *Piper aduncum* (Piperaceae) dan Sapindus rarak (Sapindaceae) terhadap Larva *Crocidolomia pavonana*. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 10 (1), 39–50. doi:10.5994/jei.10.1.39.
- Syamsu, H., Nasrun & Chrisnawati (2004) Pengujian Efikasi Minyak Kayumanis pada *Fusarium oxysporum cubensce* Penyebab Penyakit Layu Fusarium Pisang secara In Vitro. *Jurnal Stigma*. 12 (4), 483–485.
- Tombe, M., Pangeran, D. & Haryani, T.S. (2012) Keefektifan Formula Minyak Cengkeh dan Serai Wangi terhadap *Fusarium oxysporum* f. sp. *vanillae* Penyebab Busuk Batang Vanili. *Jurnal Penelitian Tanaman Industri*. 18 (4), 143–150. doi:http://dx.doi.org/10.21082/littri.v18n4.2012.143%20-%20150.
- Umami, L. & Purwani, K.I. (2015) Pengaruh Ekstrak Buah Cabe Jamu (*Piper retrofractum* Vahl.) terhadap Perkembangan Larva Grayak (*Spodoptera litura* F.). *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 4 (2), 37–39.