



Effects of Eucalyptus (*Melaleuca cajuputica*) and Patchouli (*Pogostemon cablin*) Essential Oils on Mortality of Mealybugs (*Planococcus minor*) on Mangosteen

Mia Sri Lestari Syaf^{1*}, Vira Kusuma Dewi², Lindung Tri Puspasari², Maya Ismayati³

¹Agricultural Quarantine Station Class 1 Bandung, Jl. Soekarno Hatta No. 725 C, Jatisari, Kec. Buahbatu, West Java, Indonesia, 40286

²Department of Plant Pests and Diseases, Faculty of Agriculture, Universitas Padjadjaran, Jatinangor, West Java, Indonesia, 45363

³National Research and Innovation Agency (BRIN), Jl. Raya Bogor No.970, Nanggewer Mekar, Kec. Cibinong,, West Java, Indonesia, 16915

*Corresponding Author: vira.kusuma.dewi@unpad.ac.id

Received January 31, 2024; revised July 01, 2024; accepted July 01, 2024

ABSTRACT

Planococcus minor is one of the pests prohibited from entering several destination countries during the mangosteen export process. Control of *P. minor* can be achieved by using patchouli and eucalyptus essential oils. The objective of this research is to determine the effects of patchouli and eucalyptus essential oils on the mortality of *P. minor*, with the aim of developing control measures to prevent mangosteen export failures. This study was conducted at the Class 1 Agricultural Quarantine Station in Bandung from May to December 2023. The method used is the experimental method with a Randomized Complete Block Design. Contact and neurophysiological tests were conducted with 13 treatments, including distilled water control, distilled water + tween 80 control, synthetic pesticide with abamectin 0.005%, patchouli essential oil at concentrations of 0.13%, 0.18%, 0.24%, 0.32%, 0.43%, and eucalyptus essential oil at concentrations of 0.22%, 0.29%, 0.39%, 0.51%, 0.68%, each repeated three times. The research results indicate that mortality of *P. minor* caused by 0.43% concentration of patchouli essential oil did not significantly differ from abamectin, with a rate of 96.67%. The LC₅₀ values for patchouli and eucalyptus essential oils were 0.19% and 0.42%, respectively. The LT₅₀ value of eucalyptus essential oil is lower when compared to the LT₅₀ value of patchouli essential oil. The LT₅₀ value of eucalyptus essential oil at the highest concentration of 0.68% was 49.94 JSP. Patchouli essential oil at concentrations of 0.43% and 0.32% had different LT₅₀ values of 37.27 and 50.73 JSP. Furthermore, based on morphological observations that eucalyptus and patchouli essential oils affect the morphology of mealybugs.

Keywords: Locomotor, *Melaleuca cajuputica*, Neurophysiological, *Pogostemon cablin*, Quarantine Plant Pest

Efek Minyak Atsiri Kayu Putih (*Melaleuca cajuputica*) dan Nilam (*Pogostemon cablin*) terhadap Perilaku dan Mortalitas Kutu Putih (*Planococcus minor*) pada Manggis

ABSTRAK

Planococcus minor merupakan salah satu hama yang dilarang masuk ke beberapa negara tujuan dalam proses ekspor manggis. Pengendalian *P. minor* dapat dilakukan dengan menggunakan minyak atsiri, diantaranya adalah minyak atsiri nilam dan kayu putih. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh minyak atsiri nilam dan kayu putih terhadap mortalitas *P. minor* sehingga dapat dijadikan langkah pengendalian untuk mencegah adanya kegagalan ekspor manggis. Penelitian ini dilakukan di Stasiun Karantina Pertanian Kelas 1 Bandung pada bulan Mei sampai Desember 2023. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan Rancangan Acak Kelompok. Uji kontak dilakukan dengan 13 perlakuan yaitu kontrol aquades, kontrol aquades+tween 80, pestisida sintetik berbahan aktif abamectin 0,005%, minyak atsiri nilam konsentrasi 0,13%, 0,18%, 0,24%, 0,32%, 0,43% dan minyak atsiri kayu putih konsentrasi 0,22%, 0,29%, 0,39%, 0,51%, 0,68% yang diulang sebanyak 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan minyak atsiri nilam dan kayu putih dapat menyebabkan mortalitas *P. minor* yang disebabkan minyak atsiri nilam pada konsentrasi 0,43% tidak berbeda nyata hasilnya dengan abamectin yaitu sebesar 96,67%. Nilai LC₅₀ minyak atsiri nilam dan kayu putih yaitu 0,19% dan 0,42%. Hasil nilai LT₅₀ minyak atsiri kayu putih lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilai LT₅₀ minyak atsiri nilam. Nilai LT₅₀ minyak atsiri kayu putih pada konsentrasi tertinggi yaitu 0,68% sebesar 49,94 JSP. Minyak atsiri nilam pada konsentrasi 0,43% dan 0,32% mempunyai nilai LT₅₀ berbeda yaitu sebesar 37,27 dan 50,73 JSP. Selanjutnya, berdasarkan pengamatan morfologi bahwa minyak atsiri kayu putih dan nilam berpengaruh terhadap morfologi kutu putih.

Kata Kunci: Lokomotor, *Melaleuca cajuputica*, Neurofisiologi, *Pogostemon cablin*, OPTK

PENDAHULUAN

Manggis (*Garcinia mangostana* Linn) merupakan buah yang dijuluki dengan “*the queen of fruits*” karena memiliki banyak khasiat pada setiap bagiannya. Hal ini menyebabkan permintaan pasar manggis di dalam dan luar negeri sangatlah tinggi. Sejak tahun 2018, buah manggis berhasil menjadi primadona ekspor yang menyumbang 44,11% dari total ekspor buah-buahan (Wahyuni, 2019). Buah manggis merupakan salah satu komoditas hortikultura yang memiliki bentuk dan cita rasa buah yang khas serta kandungan nilai gizi yang baik untuk Kesehatan (Badan Karantina Pertanian, 2016).

Cina merupakan negara tujuan ekspor utama buah manggis Indonesia. Namun, sejak tanggal 8 Februari 2013, Otoritas Karantina Cina telah menghentikan ekspor manggis dari Indonesia karena dianggap tidak memenuhi persyaratan fitosanitari dan keamanan pangan Cina (Badan Karantina Pertanian, 2016). Badan Karantina Pertanian telah melakukan negosiasi bilateral dengan pemerintah Cina agar Indonesia dapat mengekspor kembali buah manggisnya. Negosiasi bilateral tersebut menghasilkan kesepakatan persyaratan ekspor buah manggis Indonesia ke Cina yang salah satu poinnya adalah buah manggis yang diekspor harus bebas dari 17 OPT (Organisme Pengganggu Tanaman).

Planococcus minor adalah salah satu OPT pada buah manggis yang saat ini dicegah pemasukkannya ke Negara Cina. *P. minor* dapat menyebabkan kehilangan hasil mencapai 57% dengan kerugian sebesar US\$3.009 per ha per tahun pada buah papaya (Kansime et al., 2023). Tingginya kerugian akibat serangan *P. minor* pada buah manggis dapat menyebabkan ekspor manggis mengalami penurunan. Oleh karena itu diperlukan tindakan untuk mengendalikan serangan *P. minor* pada buah manggis.

Salah satu pengendalian alternatif yang dapat digunakan untuk mengendalikan *P. minor* adalah minyak atsiri. Minyak atsiri dapat menyebabkan mortalitas, mengusir, menghambat daya makan, dan menghambat reproduksi telur serangga serta bersifat mudah terurai sehingga tidak mencemari lingkungan (Hartati, 2012; Libs & Salim, 2017). Platta-Rueda et al. (2020) menyebutkan bahwa minyak atsiri juga dapat menyebabkan perubahan pergerakan (lokomotor) serangga dan tidak meninggalkan residu yang beracun sehingga aman untuk lingkungan.

Tanaman kayu putih (*Melaleuca cajuputi*) merupakan salah satu tanaman yang dapat menghasilkan minyak atsiri. Tingginya mortalitas yang disebabkan oleh minyak atsiri kayu putih dapat disebabkan karena adanya kandungan senyawa yang termasuk dalam golongan terpenoid yang dapat menyebabkan gangguan neurofisiologi pada serangga (Lee et al., 2001). Selain minyak atsiri kayu putih, minyak atsiri nilam juga mengandung senyawa yang termasuk dalam golongan terpenoid seperti *patchouli*

alcohol, *pogostone* dan *patchoulene* (Wu et al., 2012).

Minyak atsiri nilam dan kayu putih memiliki kandungan senyawa yang dapat menyebabkan mortalitas, gangguan neurofisiologi dan perubahan perilaku lokomotor, namun belum diketahui pengaruh minyak atsiri kayu putih dan nilam terhadap *P. minor*. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh masing-masing minyak atsiri terhadap neurotoksik, perilaku, dan mortalitas *P. minor* pada manggis di laboratorium.

BAHAN DAN METODE

Koleksi serangga uji di lapangan

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling. Sampel didapatkan dari buah manggis yang akan di ekspor ke Cina milik CV. A&H Fruits dan PT. SJM di Tasikmalaya. Buah manggis yang terdapat *P. minor* diambil menggunakan kuas halus lalu dimasukkan ke dalam stoples plastik bervolume 5 liter yang berisi 3-4 buah kentang, kemudian diberi penutup kain berwarna hitam. Kentang digunakan sebagai inang alternatif agar *P. minor* dapat tumbuh dengan baik.

Stoples yang berisikan *P. minor* dan ditutupi dengan kain berwarna hitam dipelihara di laboratorium pada suhu dan kelembapan berturut-turut $28 \pm 1^\circ\text{C}$ dan $70\% \pm 5\%$. Penyinaran dilakukan selama 12 jam terang dan 12 jam gelap menggunakan lampu TL (Kuswadi et al., 2016; Tanga et al., 2013). Pemeliharaan bertujuan untuk memurnikan *P. minor* sehingga didapatkan populasi kutu putih dari satu jenis yang sama.

Perbanyakan *P. minor*

Metode perbanyakan dilakukan menggunakan inang alternatif yaitu buah kentang di laboratorium. Kentang dicuci dengan larutan sabun 0,45%, dikeringanginkan lalu ditempatkan pada wadah plastik. Sepuluh imago betina *P. minor* diinfestasikan menggunakan kuas halus ke tunas kentang yang kemudian diisolasi dengan plastisin. Plastisin digunakan untuk membatasi pergerakan kutu putih khususnya nimfa instar kesatu (crawler) yang sangat aktif bergerak. Setelah menghasilkan keturunan, 10 imago dewasa dipindahkan ke kentang yang lain. Kegiatan tersebut terus dilakukan sampai diperoleh keturunan *P. minor* yang berumur seragam yang akan digunakan untuk perlakuan minyak atsiri. Suhu dan kelembapan pada saat perbanyakan dijaga berturut-turut pada $28 \pm 1^\circ\text{C}$ dan $70\% \pm 5\%$

Pembuatan minyak atsiri

Minyak atsiri kayu putih dan nilam didapatkan langsung dari BRIN. Minyak atsiri dari BRIN ini diesktasi menggunakan metode penyulingan distilasi uap. Tanaman kayu putih diambil bagian daun dan ranting yang di distilasi pada suhu 110°C selama 6 jam. Selanjutnya, pada tahap pembuatan minyak atsiri

nilam dan kayu putih, bagian daun di distilasi pada suhu 94 °C selama 10 jam.

Pesiapan larutan uji

Minyak atsiri yang akan digunakan terdiri dari kayu putih dan nilam. Pesiapan larutan uji dimulai dengan membuat larutan induk dengan cara mengambil minyak atsiri sebanyak 5 ml dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml. Selanjutnya, dilakukan pembuatan tween 80 konsentrasi 1% yang dilarutkan dalam aquades. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur yang berisi minyak atsiri hingga volumenya mencapai 100 ml lalu dikocok hingga homogen. Lebih lanjut, pembuatan konsentrasi dilakukan dengan cara mengambil larutan induk sebanyak 20 ml, 10 ml, 5 ml, dan 2,5 ml untuk membuat konsentrasi 2%, 1%, 0,5% dan 0,25%. Pada perlakuan pestisida sintetik berbahan aktif abakmetin, pestisida sebanyak 0,5 ml dilarutkan ke dalam air sampai larutan mencapai 1 L, sedangkan untuk perlakuan kontrol positif menggunakan aquades.

Persiapan serangga uji

Serangga uji yang digunakan adalah *P. minor* instar 2. Serangga uji yang akan digunakan harus seragam. Oleh karena itu, sebelum melakukan pengujian serangga diidentifikasi dengan menggunakan mikroskop agar serangga uji yang digunakan sesuai yaitu *P. minor* instar 2.

Uji pendahuluan

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan ambang bawah (LC_5) dan ambang atas (LC_{95}) yang akan digunakan untuk menentukan kisaran konsentrasi pada uji lanjut. 2. Setelah nilai mortalitas diperoleh dari uji pendahuluan, ditentukan konsentrasi tertinggi yang tidak menyebabkan kematian pada *P. minor* dan konsentrasi terendah yang menyebabkan kematian 100% *P. minor*. Uji pendahuluan dilakukan dengan metode uji kontak. Cawan Petri disemprot dengan larutan uji sesuai dengan masing-masing perlakuan sebanyak 3 kali dan dikeringanginkan selama ± 15 menit. Setelah itu, bagian pinggir cawan Petri diolesi petroleum jelly agar *P. minor* tidak dapat keluar dari cawan Petri. Setiap cawan Petri dimasukkan 20 ekor *P. minor* instar II sesuai dengan yang dilakukan oleh Balfas dkk. (2007) dan ditutup rapat menggunakan parafilm. Pengamatan dilakukan 0,5, 1, 2, 12, 24, 36, 48, 60, dan 72 jam setelah perlakuan (JSP).

Uji lanjutan

Uji lanjut dilakukan untuk menentukan konsentrasi yang dapat digunakan untuk menekan 50% populasi *P. minor* (LC_{50}) dan juga LC_{95} . Metode pengujian dilakukan kembali menggunakan uji kontak sesuai prosedur uji pendahuluan. Perhitungan konsentrasi uji lanjut dilakukan berdasarkan interval geometris sebagai berikut:

A = anti log F

$$F = \frac{n-1}{\sqrt{\frac{LC_{95}}{LC_5}}} \quad \dots (1)$$

Keterangan:

A = interval geometris

F = Faktor penambahan/kenaikan

n = Jumlah log konsentrasi

Pengujian dilakukan dengan cara menyemprot cawan Petri dengan larutan uji sebanyak 5 kali dan dikering anginkan selama ± 15 menit. Kemudian, dipinggiran cawan Petri diolesi dengan petroleum jelly agar *P. minor* tidak keluar dari cawan Petri. Setelah itu, 10 ekor *P. minor* dimasukkan ke dalam cawan Petri dan ditutup menggunakan cling wrap.

Selanjutnya, Pengamatan lethal time 50 dilakukan setiap 1 jam sekali setelah aplikasi. Adapun penentuan menentukan LT50 dari minyak atsiri kayu putih dan nilam digunakan analisis probit (regresi probit)

Pengamatan mortalitas

Pengamatan mortalitas *P. minor* dilakukan setiap 12 Jam setelah perlakuan (JSP) hingga 72 JSP. Mortalitas *P. minor* dihitung dengan rumus:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{Jumlah } P. \text{ minor yang mati}}{\text{Jumlah } P. \text{ minor yang diuji}} \times 100\% \quad \dots (2)$$

Apabila kematian *P. minor* pada kontrol antara 5%-20%, maka perlu dilakukan koreksi data dengan menggunakan rumus Abbot, yaitu:

$$\text{Rumus Abbot} = \frac{A - B}{100 - B} \times 100\% \quad \dots (3)$$

Apabila kematian *P. minor* pada kontrol antara 5%-20%, maka perlu dilakukan koreksi data dengan menggunakan rumus Abbot, yaitu:

Keterangan:

A = Persentase serangga uji yang mati pada perlakuan

B = Persentase serangga uji yang mati pada kontrol

Analisis GC-MS

Analisis kandungan kimia pada minyak atsiri kayu putih dan nilam dilakukan di laboratorium bioproduk terintegrasi (iLaB) BRIN dengan menggunakan alat kromatografi gas spektrometri masa (GCMS) QP-2020 NX (Shimadzu, Jepang). Sebanyak 1 μ L sampel minyak atsiri (konsentrasi 1% berat/volume) diinjeksikan ke sistem GC2010 yang dilengkapi dengan kolom SH-Rxi-5Sil MS (ketebalan film id 30 m $\times$ 0,25 mm $\times$ 0,25 μ m), dengan *Electron impact* 70 eV dan helium sebagai gas pembawa. Tekanannya adalah sebesar 100,1 kPa (45,6 mL/menit, aliran kolom 1,69 mL/menit). Profil suhu GC adalah 50°C selama 1 menit, kemudian suhu

dinaikkan hingga 140°C (20°C/menit), dan naikkan lagi hingga 280°C (10°C/menit) dan tahan selama 3 menit. Puncak komponen kimia diidentifikasi dengan membandingkan waktu retensi dan data massanya dengan NIST LIBRARY 2017.14.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Minyak Atsiri Nilam dan Kayu Putih terhadap Mortalitas Kutu Putih (*P. minor*)

Rentang konsentrasi minyak atsiri nilam dan kayu putih yang diperoleh dari hasil uji pendahuluan berbeda. Minyak atsiri nilam menghasilkan LC95 dan LC5 sebesar 0,43% dan 0,13%, sedangkan minyak

atsiri kayu putih LC95 dan LC5 0,68% dan 0,22%. Adanya perbedaan nilai LC95 dan LC5 menyebabkan rentang konsentrasi yang didapatkan untuk uji lanjut berbeda. Konsentrasi minyak atsiri nilam yang digunakan pada uji lanjut yaitu 0,13%, 0,18%, 0,24%, 0,32%, 0,43% sedangkan untuk minyak atsiri kayu putih konsentrasi yang digunakan yaitu 0,22%, 0,29%, 0,39%, 0,51% dan 0,68%. Berdasarkan hasil uji lanjut, pada 1-3 JSP minyak atsiri nilam dan kayu putih tidak berbeda nyata dengan kontrol, namun berbeda nyata dengan pestisida sintetis berbahan aktif abamektin. Hal ini dikarenakan pestisida sintetis umumnya dapat menyebabkan mortalitas pada serangga uji dalam waktu yang relatif cepat sedangkan, pestisida nabati umumnya menyebabkan kematian setelah 72 JSP.

Tabel 2. Mortalitas *Planococcus minor* setelah paparan minyak atsiri

Perlakuan	Mortalitas (%) <i>P. minor</i> ± SE								
	1 JSP	2 JSP	3 JSP	12 JSP	24 JSP	36 JSP	48 JSP	60 JSP	72 JSP
Minyak atsiri nilam									
0,13%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	1,67±1,67 ab	5,00±1,67 b	11,67±1,67 d	16,67±1,67 c
0,18%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	5,00±0,00 b	8,33±1,67 bcd	15,00±0,00 d	23,33±1,67 e	38,33±1,67 d	55,00±2,89 e
0,24%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	5,00±0,00 b	10,00±0,00 cd	21,67±1,67 e	35,00±0,00 f	50,00±0,00 e	63,33±1,67 ef
0,32%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	1,67±1,67 a	8,33±1,67 c	18,33±1,67 e	30,00±0,00 f	40,00±0,00 g	56,67±1,67 de	76,67±1,67 g
0,43%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	1,67±1,67 a	15,00±0,00 d	28,33±1,67 f	35,00±0,00 g	60,00±0,00 h	78,33±1,67 g	96,67±1,67 hi
Minyak atsiri kayu putih									
0,22%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	1,67±1,67 ab	5,00±0,00 bc	5,00±0,00 b	10,00±0,00 b	10,00±0,00 bc
0,29%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	1,67±1,67 ab	5,00±0,00 bc	10,00±0,00 c	15,00±0,00 bc	33,33±1,67 d
0,39%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	3,33±1,67 ab	8,33±1,67 c	15,00±0,00 d	21,67±1,67 c	38,33±1,67 d
0,51%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	5,00±0,00 b	11,67±1,67 de	20,00±0,00 e	25,00±0,00 e	36,67±1,67 d	66,67±3,33 f
0,68%	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	5,00±0,00 b	13,33±1,67 de	28,33±1,67 f	43,33±1,67 g	61,67±3,33 f	90,00±0,00 h
Kontrol									
Tween 80	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a
Aquades	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	0,00±0,00 a	1,67±1,67 a
Abamektin	15,00±0,00 b	33,33±1,67 b	58,33±1,67 b	100,00±0,00 e	100,00±0,00 g	100,00±0,00 h	100,00±0,00 i	100,00±0,00 h	100,00±0,00 i

Ket: Notasi dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji lanjut tukey dengan taraf 5%

Tabel 3. Kandungan senyawa kimia minyak atsiri nilam dan kayu putih hasil GCMS

Nilam (<i>P. Cablin</i>)			Kayu Putih (<i>M. cajuputica</i>)		
Rt (menit)	Senyawa Kimia	Area (%)	Rt (menit)	Senyawa	Area (%)
4.920	α -pinene	0,16	4.927	α -pinene	2,02
5.523	β -pinene	0,39	5.531	β -pinene	1,38
8.015	Citronella	0,72	5.597	β -Myrcene	0,65
9.968	Aromadendrene	0,78	6.175	Benzene	0,40
10.545	Patchouli oil	6,68	6.338	1,8-Cineole	33,53
10.719	Patchouli alcohol	25,71	6.664	γ -Terpinene	1,82
11.679	β -patchoulene	4,59	7.122	α -Terpinolene	0,95
12.129	Scychellene	1,15	8.537	Cyclohexen	0,48
12.198	Trans-Caryophyllene	5,36	8.756	α -Terpinolene	6,05
12.404	α -Guaiene	24,39	10.239	Δ -Guaiene	1,58
12.627	α -Patchoulene	13,39	11.017	α -Terpinenyl acetate	0,95
12.802	α -Patchoulene	11,89	11.452	α -Copaene	0,48
12.883	δ -Guaiene	3,09	11.699	β -elemene	0,34
13.105	β -Selinene	0,88	12.033	Cyclohexen	0,52
13.221	β -Chamigrene	5,42	12.208	Trans-Caryophyllene	5,47
13.349	δ -Guaiene	17,41	12.464	Alloaromadendrene	0,60
13.551	β -Panasinsene	0,38	12.673	α -Humulene	2,60
			12.774	Alloaromadendrene	2,40
			12.194	α -Muurolene	1,25
			13.120	β -Selinene	2,60
			13.225	α -Selinene	2,50
			13.309	Δ -Cadinene	0,48
			13.945	Δ -Cadinene	0,59

Keterangan: (Rt) Retensi, yaitu waktu yang dibutuhkan oleh molekul komponen (senyawa) untuk melintasi suatu kolom; (Area) luas area molekul.

Berdasarkan hasil uji kontak minyak atsiri nilam dan kayu putih menunjukkan bahwa mortalitas *P. minor* meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi, misalnya pada minyak atsiri nilam konsentrasi 0,13%, 0,18%, 0,24%, 0,32% dan 0,43% pada 36 JSP menyebabkan mortalitas berturut-turut yaitu 1,67%, 15%, 21,67%, 30% dan 35% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi berbanding lurus dengan peningkatan senyawa yang terdapat dalam pestisida tersebut, sehingga semakin tingginya konsentrasi akan menyebabkan peningkatan mortalitas (Puspita *et al.*, 2019; Puspitosari *et al.*, 2015).

Minyak atsiri kayu putih konsentrasi 0,22%, 0,29%, 0,39%, 0,51%, dan 0,68% setelah 72 JSP secara berturut-turut dapat menyebabkan mortalitas *P. minor* sebesar 10%, 33,3%, 38,3%, 66,67%, dan 90% (Tabel 2). Mortalitas *P. minor* tersebut berbeda nyata dengan kontrol aquades dan tween. Hal ini disebabkan oleh senyawa-senyawa yang terkandung pada minyak atsiri kayu putih seperti 1,8 cineole, α -terpinene dan β -pinene (Tabel 3). Berdasarkan penelitian Arokijaraj *et al.* (2002), kandungan senyawa α -terpinene dan β -pinene pada minyak atsiri pada konsentrasi 5000 ppm setelah 96 JSP dapat menyebabkan mortalitas berturut-turut yaitu 90% dan

72%. Menurut Morse & Hoddle (2006), efek senyawa 1,8 cineole hampir sama dengan metil bromide yang sering digunakan dalam fumigasi. Minyak atsiri kayu putih juga mengandung senyawa yang termasuk golongan terpenoid. Golongan senyawa terpenoid ini berperan sebagai repelen dan racun pernapasan (Ko *et al.*, 2009). Hal ini sesuai dengan penelitian Fitrianti (2020) yang menyatakan bahwa minyak atsiri kayu putih termasuk dalam repelen yang kuat.

Nilai Toksisitas LC₅₀ Minyak Atsiri Nilam dan Kayu Putih terhadap *Planococcus minor*

Nilai toksisitas LC₅₀ minyak atsiri nilam dan kayu putih terhadap *P. minor* semakin menurun dengan bertambahnya waktu pengamatan. Perlakuan minyak atsiri kayu putih LC₅₀ pada 12 JSP nlanya 2,67% namun, pada 24 JSP mengalami penurunan yaitu 1,58%. Terjadinya penurunan nilai LC₅₀ ini dikarenakan adanya peningkatan mortalitas pada 24 JSP. Hal ini sesuai dengan penelitian Wuryantini *et al.* (2021) yang mengalami penurunan toksisitas pada LC₅₀ setiap waktu pengamatannya bertambah.

Berdasarkan hasil analisis probit, nilai LC₅₀ minyak atsiri nilam dan kayu putih pada 72 JSP mempunyai nilai LC₅₀ < 1%, yaitu 0,19%. Hal ini memiliki arti bahwa dengan konsentrasi 0,19%

minyak atsiri nilam sudah dapat menyebabkan mortalitas *P. minor* sebesar 50% setelah 72 JSP. Nilai LC_{50} minyak atsiri nilam lebih rendah dibandingkan dengan minyak atsiri kayu putih pada 72 JSP yaitu 0,42%. Semakin rendahnya nilai LC_{50} maka, kandungan toksik yang terdapat pada perlakuan semakin besar (Safirah *et al.*, 2016; Handito *et al.*, 2014).

Tabel 4. Nilai Toksisitas (LC_{50}) minyak atsiri kayu putih dan nilam terhadap *Planococcus minor*

Waktu Pengamatan (JSP)	Nilai toksisitas minyak atsiri terhadap <i>Planococcus minor</i> (%)	
	Nilam	Kayu Putih
12	1,46	1,67
24	0,75	1,58
36	0,61	0,98
48	0,37	0,79
60	0,26	0,63
72	0,19	0,42

Keterangan: JSP (Jam setelah perlakuan).

Nilai LC_{50} minyak atsiri nilam terhadap *P. minor* pada 24 JSP dibawah 1%, yaitu 0,75%. Hal ini menunjukkan bahwa minyak atsiri nilam pada konsentrasi 0,75% minyak atsiri nilam sudah dapat menyebabkan mortalitas sebesar 50% setelah 24 JSP. Waktu 24 jam diduga termasuk waktu yang cepat untuk minyak atsiri dalam menyebabkan mortalitas pada *P. minor*. Berbeda dengan minyak atsiri nilam, nilai LC_{50} minyak atsiri kayu putih dibawah 1% setelah 36 JSP. Berdasarkan nilai LC_{50} dapat terlihat bahwa minyak atsiri nilam lebih toksik dibandingkan dengan minyak atsiri kayu putih. Hal ini dikarenakan karena nilai LC_{50} minyak atsiri kayu putih lebih tinggi dibandingkan minyak atsiri nilam. Hal ini sesuai dengan penelitian Khater (2012) yang menyatakan minyak atsiri dapat menyebabkan mortalitas tinggi pada waktu yang cepat.

Lethal Time (LT_{50}) Minyak Atsiri Kayu Putih dan Nilam terhadap *Planococcus minor*

Nilai LT_{50} merupakan nilai yang dihitung saat pestisida pada konsentrasi tertentu mampu menyebabkan kematian 50% serangga uji (Nurhaifah & Sukei, 2015). Berdasarkan hasil pengujian minyak atsiri nilam dan kayu putih terhadap *P. minor* didapatkan hasil bahwa nilai LT_{50} pada setiap konsentrasi minyak atsiri berbeda (Tabel 5). Minyak atsiri nilam pada konsentrasi 0,43% dan 0,32% mempunyai nilai LT_{50} berbeda yaitu sebesar 37,27 dan 50,73 JSP (Tabel 5). Hal ini menunjukkan bahwa semakin tingginya konsentrasi, maka nilai LT_{50} akan semakin kecil. Menurut Santi *et al.*, (2022), semakin tingginya konsentrasi pestisida maka akan makin mempercepat LT_{50} .

Tabel 1. Nilai LT_{50} minyak atsiri kayu putih dan nilam terhadap *Planococcus minor*

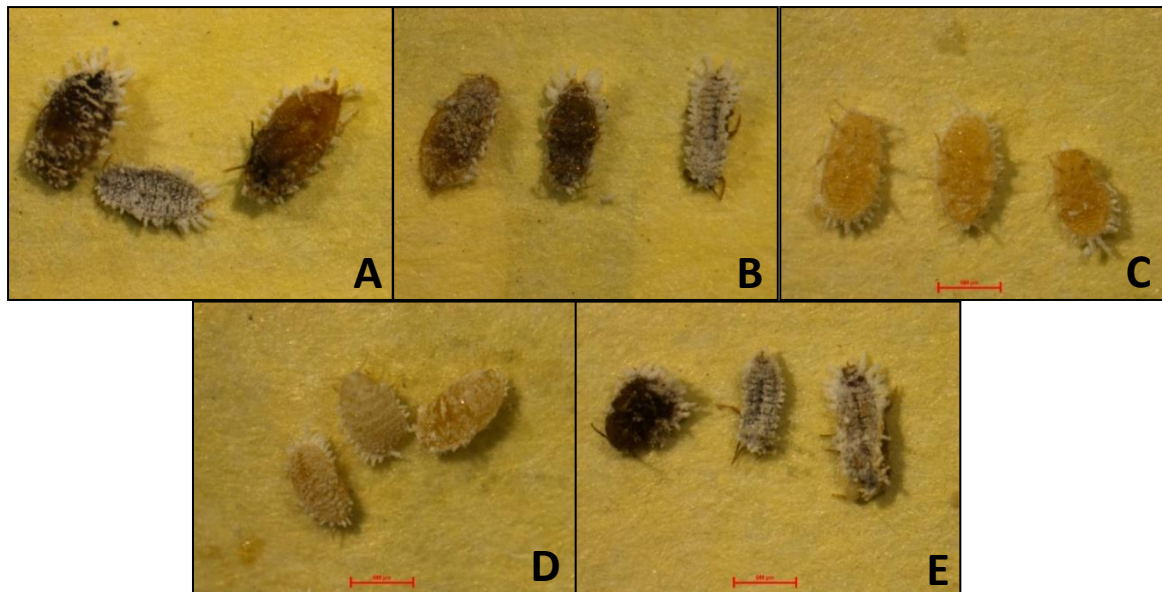
Perlakuan	Konsentrasi (%)	Nilai LT_{50} (JSP)
Minyak Atsiri Nilam	0,13	96,08
	0,18	67,83
	0,24	62,04
	0,32	50,73
	0,43	37,27
Minyak Atsiri Kayu Putih	0,22	120,10
	0,29	84,40
	0,39	79,64
	0,51	63,58
	0,68	49,94
Abamektin	0,005	2,91

Keterangan: JSP (Jam setelah perlakuan).

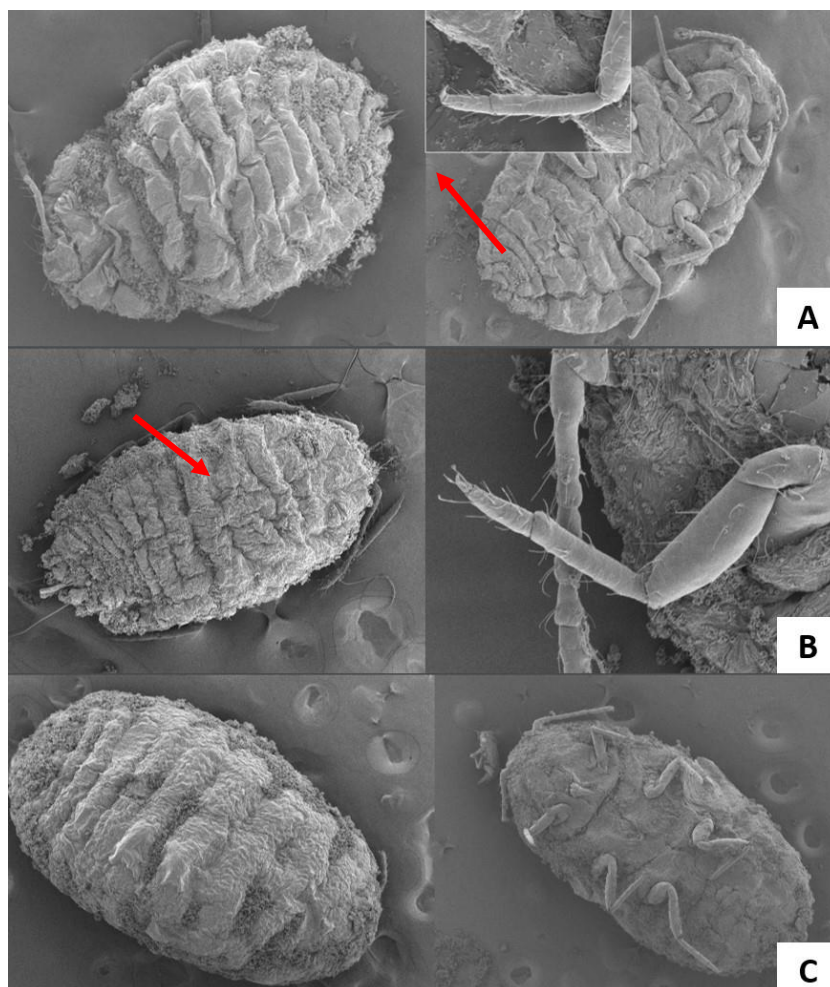
Nilai LT_{50} minyak atsiri kayu putih pada konsentrasi tertinggi yaitu 0,68% sebesar 49,94 JSP. Hasil ini lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilai LT_{50} minyak atsiri nilam pada konsentrasi tertinggi. Hal ini dikarenakan persentase mortalitas minyak atsiri nilam pada pengamatan 36 JSP telah menyebabkan mortalitas sebesar 35%, sedangkan minyak atsiri kayu putih pada 36 JSP hanya menyebabkan mortalitas sebesar 28,33%. Oleh karena itu, nilai LT_{50} minyak atsiri nilam lebih kecil dibandingkan dengan nilai LT_{50} minyak atsiri kayu putih. Menurut Hasyim *et al.*, (2019), semakin kecil nilai LT_{50} maka minyak atsiri semakin toksik karena dapat menyebabkan kematian 50% dalam waktu singkat.

Pengaruh Minyak Atsiri Nilam dan Kayu Putih terhadap Morfologi Kutu Putih (*P. minor*)

Berdasarkan pengamatan morfologi terlihat bahwa minyak atsiri kayu putih dan nilam berpengaruh terhadap morfologi kutu putih (Gambar 3). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada perlakuan LC_{90} minyak atsiri nilam setelah 72 JSP mengalami perubahan morfologi yang ditandai dengan adanya perubahan warna, terjadinya penyusutan kutikula dan tungkai mudah terlepas. Berbeda dengan perlakuan kontrol aquades dan kontrol aquades+tween, *P. minor* tidak menunjukkan adanya perubahan morfologi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Brahmi *et al.*, (2022) yang menyebutkan bahwa minyak atsiri dapat menyebabkan perubahan warna tubuh menjadi lebih gelap dan terjadi malformasi pada *P. ficus*. Terjadinya perubahan morfologi pada kutu putih yang disebabkan oleh minyak atsiri nilam dapat dikarenakan adanya kandungan senyawa *patchouli oil* dan *patchouli alkohol*. Senyawa *patchouli oil* dan *patchouli alkohol* dapat menyebabkan terjadinya gangguan neurofisiologis, merusakkan jaringan internal, dan menghancurkan bagian kutikula serta membran serangga (Zhu *et al.*, 2003; Brahmi *et al.*, 2022). Perubahan morfologi juga terlihat dari hasil SEM yang menunjukkan adanya penyusutan kutikula pada *P. minor* (Gambar 4).



Gambar 3. Perbandingan morfologi kutu putih pada 72 JSP dengan menggunakan mikroskop nikon SMS-1000 perbesaran 20x. Keterangan: (A) LC₉₀ minyak atsiri kayu putih 72 JSP, (B) LC₉₀ minyak atsiri nilam 72 JSP, (C) kontrol aquades, (D) kontrol aquades+tween80, (E) Abamektin.



Gambar 4. Hasil analisis SEM pada kutu putih (*P. minor*). Keterangan (A): LC₉₀ minyak astri kayu putih 72 JSP, (B) LC₉₀ minyak atsiri nilam 72 JSP, (C) kontrol 72 JSP.

Perubahan morfologi juga terjadi pada perlakuan LC₉₀ minyak atsiri kayu putih (Gambar 3), akan tetapi pada SEM perubahan morfologi tidak begitu terlihat karena sampel kotor tertutup oleh lapisan lilin. Terjadinya perubahan morfologi dapat disebabkan oleh kandungan senyawa terpenoid pada minyak atsiri nilam dan kayu putih yang menyebabkan terjadinya penyusutan kutikula dan perubahan warna. Berdasarkan Tak & Isman (2015), Kandungan senyawa 1.8 *cineole* pada minyak atsiri kayu putih dapat menyebabkan peningkatan penetrasi insektisida terhadap serangga. Peningkatan penetrasi serangga dilakukan dengan cara menembus lapisan lilin dari kutikula serangga sehingga menyebabkan perubahan morfologi dan mortalitas pada serangga.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa perlakuan minyak atsiri nilam dan kayu putih dapat menyebabkan perubahan morfologi dan mortalitas *P. Minor*. Perlakuan minyak atsiri nilam dan kayu putih dapat menyebabkan mortalitas $\geq 80\%$ pada konsentrasi $\leq 1\%$. Nilai LC₅₀ minyak atsiri nilam dan kayu putih yaitu 0,19% dan 0,42%. Hasil nilai LT₅₀ minyak atsiri kayu putih lebih rendah apabila dibandingkan dengan nilai LT₅₀ minyak atsiri nilam. Nilai LT₅₀ minyak atsiri kayu putih pada konsentrasi tertinggi yaitu 0,68% sebesar 49,94 JSP. Minyak atsiri nilam pada konsentrasi 0,43% dan 0,32% mempunyai nilai LT₅₀ berbeda yaitu sebesar 37,27 dan 50,73 JSP.

DAFTAR PUSTAKA

- Albuquerque ELD, Lima JKA, Souza FHO, Silva IMA, Santos AA, Araujo APA, Blank AF, Lima RN, Alves PB, and Bacci L. 2013. Insecticidal and repellence activity of the essential oil of *Pogostemon cablin* against urban ants species. Elsevier, Acta Tropica 127: 181–186. <http://dx.doi.org/10.1016/j.actatropica.2013.04.011>.
- Arokiyaraj C, Bhattacharyya K, & Reddy SGE. 2022. Toxicity and synergistic activity of compounds from essential oils and their effect on detoxification enzymes against *Planococcus lilacinus*. Frontiers in plant science, 13, 1016737. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1016737>.
- Badan Karantina Pertanian. 2016. Pedoman Sertifikasi Fitosanitari Buah Manggis Tujuan Cina.
- Balfas R, Lakani I, Samsudin, & Sukamto. 2007. Penularan penyakit kerdil pada tanaman lada. Jurnal Penelitian Tanaman Industri, 13(4): 136–141.
- Brahmi R, Abdellaoui K, Harbi A, Abbes K, Rahmouni R, Tounsi S, Suma P, and Chermiti B. 2022. Toxicity and neurophysiological impacts of three plant-derived essential oils against the vineyard mealybug *Planococcus ficus*. Vitis 61, 1–10. DOI: 10.5073/vitis.2022.61.1-10.
- da Silva Temperini, MB, Fortunato ABR, Campos DR, de Jesus ILR., Cid YP, Scott, FB, and Coumendouros K. 2022. Insecticidal activity in vitro of the essential oil of *Pogostemon cablin* against *Ctenocephalides felis felis*. Brazilian journal of veterinary medicine, 44, e003422. <https://doi.org/10.29374/2527-2179.bjvm003422>.
- Fitrianti N. 2020. Pengaruh Toksisitas Beberapa Minyak Atsiri terhadap Neurofisiologis, Mortalitas dan Repelensi Trips *Scirtothrips dorsalis* Hoods (Thysanoptera : Thripidae) di Laboratorium (Issue July). Universitas Padjadjaran.
- Gaire S, Scharf ME, & Gondhalekar AD. 2019. Toxicity and neurophysiological impacts of plant essential oil components on bed bugs (Cimicidae: Hemiptera). Scientific Reports, 9(1), 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-40275-5>.
- Handito D, Yasa IW, & Alamsyah A., 2014. Petunjuk Praktikum Biokimia Umum. Fakultas Teknologi Pangan dan Agroindustri Universitas Mataram. Mataram.
- Hartati S. 2012. Prospek pengembangan minyak atsiri sebagai pestisida nabati. Jurnal Prespektif, 11(1), 45–58.
- Hasyim A, Setiawati W, Lukman L, & Marhaeni LS. 2019. Evaluasi konsentrasi lethal dan waktu lethal insektisida botani terhadap ulat bawang (*Spodoptera exigua*) di laboratorium (evaluation of lethal concentration and lethal time of botanical insecticide against beet armyworm (*Spodoptera exigua*) in the lab). J. Hort, 29(1), 69–80.
- Kansiime MK, Rwomushana I, Mugambi I, Makale F, Lamontagne-Godwin J, Chacha D, Kibwage P, Oluyali J, & Day R. 2023. Crop losses and economic impact associated with papaya mealybug (*Paracoccus marginatus*) infestation in Kenya. International Journal of Pest Management, 69(2), 150–163. <https://doi.org/10.1080/09670874.2020.1861363>.
- Khater HF. 2012. Prospects of botanical biopesticides in insect pest management. Pharmacologia, 12, 641–656.
- Kuswadi AN, Indarwatni M, Nasution IA, & Sasmita HI. 2016. Minimum gamma irradiation dose for phytosanitary treatment of *Exalomochlus hispidus* (Hemiptera: Pseudococcidae). Florida Entomologist. 99(2):69–75.
- Ko HH, Hung CF, Wang JP, & Lin CN. 2009. Antiinflammatory Triterpenoids and Steroids from *Ganoderma lucidum* and *Ganoderma tsugae*, ELSEVIER, pp: 1–6.

- Lee SE, Lee BH, Choi WS, Park BS, Kim JG, & Campbell BC. 2001. Fumigant toxicity of volatile natural products from Korean spices and medicinal plants towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.). *Pest Management Science*, 57(6), 548–553. <https://doi.org/10.1002/ps.322>
- Libs E, & Salim E. 2017. Formulation of essential oil pesticides technology and their application. *agricultural research & technology: Open Access Journal*, 9(2). <https://doi.org/10.19080/artoaj.2017.09.555759>.
- Morse JG, & Hoddle MS. 2006. Invasion biology of thrips. *Annual Review of Entomology*. Vol: 51. Hal: 67–89.
- Plata-Rueda A, Martínez LC, Da Silva BKR, Zanuncio JC, Fernandes MEDS, Guedes RNC, & Fernandes FL. 2019. Exposure to cyantraniliprole causes mortality and disturbs behavioral and respiratory responses in the coffee berry borer (*Hypothenemus hampei*). *Pest. Manag. Sci.*, 75: 2236–2241. <https://doi.org/10.1002/ps.5358>.
- Plata-Rueda A, Rolim GDS, Wilcken CF, Zanuncio JC, Serrão JE, & Martínez LC. 2020. Acute toxicity and sublethal effects of lemongrass essential oil and their components against the granary weevil, *Sitophilus granarius*. *Insects*, 11(6), 1–13. <https://doi.org/10.3390/insects11060379>.
- Puspita R, Rahayu R, Mairawita, Nasir N & Nurmansyah. 2019. Efek toksik minyak atsiri limbah daun kayu manis (*Cinnamomum burmanii* (Nees & T. Nees) Blume.) dalam mengendalikan *helopeltis antonii* signoret pada tanaman kakao secara in vitro. *Jurnal Metamorfosa*. 6(1): 51–57.
- Puspitosari D, Rochman N, & Tobing OL. 2015. Daya insektisidal minyak nilam (*Pogostemon cablin* Benth) dan ekstrak lerak (*Sapindus rarak* DC.) pada hama gudang *Sitophilus zeamais* (Motsch.). *Agronida*, 1(1), 1–10.
- Safirah, Rahma. 2016. Uji efektivitas insektisida nabati buah *Crescentia cujete* dan bunga *Syzygium aromaticum* terhadap mortalitas *Spodoptera litura* secara in vitro sebagai sumber belajar biologi. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*. Malang : VOL. 2 (3) : Halaman 265–274.
- Santi LRW, Himawan T, & Ikawati S. 2022. Uji daya racun ekstrak daun bintaro (*Cerbera odollam* Gaertn.) terhadap mortalitas kutudaun (*Aphis gossypii* Glover) (Hemiptera: Aphididae) pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tumbuhan)*, 10(1), 39–45. <https://doi.org/10.21776/ub.jurnalhpt.2022.010.1.5>.
- Tak JH & Isman MB. 2015. Enhanced cuticular penetration as the mechanism for synergy of insecticidal constituents of rosemary essential oil in *Trichoplusia ni*. *Sci. Rep.* 5, 12690; doi: 10.1038/srep12690.
- Wahyuni N. 2019. Manggis Primadona Ekspor Buah Indonesia. https://ppid.pertanian.go.id/doc/1/Manggis_Primadona_Ekspor_Buah_Indonesia.pdf.
- Wu HQ, Li L, Li J, He ZD, Liu ZG, Zeng QQ, & Wang YS. 2012. Acaricidal activity of DHEMH, derived from patchouli oil, against house dust mite, *Dermatophagoides farinae*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 60(2), 178–182. <https://doi.org/10.1248/cpb.60.178>.
- Wuryantini S, Endarto O, Wicaksono RC, & Yudistira RA. 2021. Utilization of plant waste as botanical pesticide for citrus pest control. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 749:012022. <https://dx.doi.org/10.1088/1755-1315/749/1/012022>.
- Zhu BCR, Henderson G, Yu Y, & Laine RA. 2003. Toxicity and repellency of patchouli oil and patchouli alcohol against Formosan subterranean termites *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(16), 4585–4588. <https://doi.org/10.1021/jf0301495>

