

**OLFACTOMETRI HAMA LALAT BUAH *Bactrocera* sp.
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) PADA AROMA EKSTRAK
KULIT JENGKOL (*Pithecellobium jiringa*)**

S K R I P S I

Oleh:

RIZKY DWI ANANDA

NPM : 1704290080

Program Studi : AGROTEKNOLOGI



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2021**

**OLFACTOMETRI HAMA LALAT BUAH *Bactrocera* sp.
(DIPTERA: TEPHRITIDAE) PADA AROMA EKSTRAK
KULIT JENGKOL (*Pithecellobium jiringa*)**

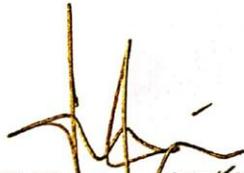
SKRIPSI

Oleh:

**RIZKY DWI ANANDA
1704290080
AGROTEKNOLOGI**

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat untuk Menyelesaikan Strata 1 (S1) pada
Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

Komisi Pembimbing



Dr. Widi Hastuty, S.P., M.Si.
Ketua



Ir. Wizni Fadhillah, M.Agr.
Anggota

**Disahkan Oleh:
Dekan**



Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si.

Tanggal Lulus: 30-11-2021

PERNYATAAN

Dengan ini saya:

Nama : Rizky Dwi Ananda

NPM : 1704290080

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi dengan judul **“Olfactometri Hama Lalat Buah *Bactrocera* sp. (Diptera: Tephritidae) Pada Aroma Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*)”** adalah berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya penjiplakan (plagiarisme), maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah saya peroleh. Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Medan, 30 November 2021

Yang menyatakan



Rizky Dwi Ananda

RINGKASAN

Rizky Dwi Ananda, “Olfactometri Hama Lalat Buah *Bactrocera* sp. (Diptera: Tephritidae) Pada Aroma Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*)” Dibimbing oleh: Dr. Widiastuty, S.P., M.Si. selaku ketua komisi pembimbing dan Ir. Wizni Fadhillah, M.Agr. selaku anggota komisi pembimbing. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kecamatan Medan Timur Kota Medan pada bulan Maret sampai Agustus 2021.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peranan aroma volatil ekstrak kulit jengkol dalam pengendalian hama lalat buah *Bactrocera* sp. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Pengujian dilakukan dengan memasukkan 10 ekor lalat buah dewasa dari jambu biji di dasar tabung Y. Kemudian membandingkan jumlah lalat yang tertarik pada satu lengan tabung Y berisi aroma ekstrak kulit jengkol dengan jumlah lalat pada lengan tanpa perlakuan (kontrol), kemudian dihitung rata-ratanya.

Peubah amatan yang diamati adalah kandungan senyawa volatil dan persentase preferensi lalat buah jantan dan betina terhadap aroma ekstrak kulit jengkol (%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 4 senyawa dominan di dalam ekstrak kulit jengkol diantaranya *Pyrazine, tetrakis (1-methylethyl)* (61,64%); *Benzeneacetic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-,methyl ester* (16,22%); *3-tert.butyl-1-methyl-2-phenyl* (10,56%); *Pyrano (3,2a) carbazole,3,11 dihydro- 10 methoxy 3,3,8 trimethyl* (5,84%). Aroma senyawa volatil yang bersumber dari ekstrak kulit jengkol bersifat atraktan bagi lalat buah jantan maupun lalat buah betina. Persentase preferensi lalat buah jantan terhadap aroma dari ekstrak kulit jengkol yaitu sebesar 64% dan betina yaitu sebesar 70%. Penolakan lalat buah jantan terhadap aroma dari ekstrak kulit jengkol yaitu sebesar 34% dan betina 30%. Sedangkan 2% lalat buah jantan tidak melakukan pilihan.

SUMMARY

Rizky Dwi Ananda, “Olfactometry of Fruit Flies *Bactrocera* sp. (Diptera: Tephritidae) On the Aroma of Ngapi Nut Peel Extract (*Pithecellobium jiringa*)” Supervised by: Dr. Widiastuty, S.P., M.Si. as chairman of the supervisory commission and Ir. Wizni Fadhillah, M.Agr. as a member of the advisory committee. This research was conducted at the Laboratory of Plant Pest and Diseases, Faculty of Agriculture, Muhammadiyah University of North Sumatra, Kapten Muchtar Basri Street Number. 3, Glugur Darat II, East Medan District Medan City from March to August 2021.

The purpose of this study was to determine the role of the volatile odors of ngapi nut peel extract in controlling the fruit fly pest *Bactrocera* sp. This study uses a descriptive method with a quantitative approach. The test was carried out by put in 10 adult fruit flies from guava at the bottom of the Y tube. Then comparing the number of flies attracted to one arm of the Y tube containing the odors of ngapi nut peel extract with the number of flies on the untreated arm (control), then calculate the average.

The observed variables were the content of volatile compounds and the percentage of preference of male and female fruit flies to the odors of ngapi nut peel extract (%). The results showed that there were 4 dominant compounds in the ngapi nut peel extract including *Pyrazine, tetrakis (1-methylethyl)* (61,64%); *Benzeneacetic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-,methyl ester* (16,22%); *3-tert.butyl-1-methyl-2-phenyl* (10,56%); *Pyrano (3,2a) carbazole,3,11 dihydro- 10 methoxy 3,3,8 trimethyl* (5,84%). The odors of volatile compounds sourced from ngapi nut peel extract is an attractant for male fruit flies and female fruit flies. The percentage of male fruit flies preference for odors from ngapi nut peel extract is 64% and female is 70%. The rejection of male fruit flies to the odors of the ngapi nut peel extract was 34% and the female was 30%. Meanwhile, 2% of male fruit flies did not choice.

RIWAYAT HIDUP

Rizky Dwi Ananda, dilahirkan pada tanggal 25 Oktober 1999 di Karang Sari, Simalungun, Sumatera Utara. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Ayahanda Darwan dan Ibunda Suminah.

Pendidikan yang telah ditempuh adalah sebagai berikut :

1. Tahun 2011 menyelesaikan Sekolah Dasar (SD) di SD Swasta Bina Siswa, Kecamatan Balai Jaya, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau.
2. Tahun 2014 menyelesaikan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Swasta Bina Siswa, Kecamatan Balai Jaya, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau.
3. Tahun 2017 menyelesaikan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Swasta Bina Siswa, Kecamatan Balai Jaya, Kabupaten Rokan Hilir, Provinsi Riau.
4. Tahun 2017 melanjutkan pendidikan Strata 1 (S1) pada Program Studi Agroteknologi di Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Kegiatan yang pernah diikuti selama menjadi mahasiswa Fakultas Pertanian UMSU antara lain:

1. Mengikuti PKKMB Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara Tahun 2017.
2. Mengikuti Masta (Masa ta'aruf) PK IMM Faperta UMSU tahun 2017.
3. Mengikuti Training Organisasi dan Profesi Mahasiswa (TOPMA) Himpunan Mahasiswa Agroteknologi Fakultas Pertanian UMSU Tahun 2019.
4. Menjadi Asisten Praktikum Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara pada mata kuliah Morfologi dan Anatomi Tumbuhan tahun akademik 2019-2020.

5. Mengikuti Seminar Internasional dengan tema “*Weed Management in Oil Palm Plantation*” yang diselenggarakan oleh Program Doktor Ilmu Pertanian, Universitas Sumatera Utara Tahun 2020.
6. Mengikuti seminar Nasional dengan tema “*Be the solution to soil pollution*” di Aula Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan tahun 2018.
7. Mengikuti Webinar Internasional dengan Tema “*Impact of Pandemic on Agriculture in South East Asia*” yang diselenggarakan oleh Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara tahun 2021.
8. Melakukan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Manik Maraja, Kecamatan Sidamanik Kabupaten Simalungun pada bulan September tahun 2020.
9. Melakukan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di PT. Perkebunan Nusantara IV Unit Tobasari pada bulan Agustus sampai September tahun 2020.
10. Melaksanakan Penelitian skripsi di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kecamatan Medan Timur Kota Medan pada bulan Maret sampai Agustus 2021.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Tidak lupa penulis haturkan shalawat dan salam kepada Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam. Adapun judul skripsi ini adalah **“Olfactometri Hama Lalat Buah *Bactrocera* sp. (Diptera: Tephritidae) Pada Aroma Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*)”**.

Selama penulisan skripsi ini penulis banyak mendapat bimbingan, dukungan dan bantuan dari berbagai pihak secara moril maupun materil, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Dafni Mawar Tarigan, S.P., M.Si. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Ibu Assoc. Prof. Dr. Ir. Wan Arfiani Barus, M.P. selaku Ketua Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Ibu Dr. Widiastuty, S.P., M.Si. selaku Ketua Komisi Pembimbing yang senantiasa memberi bimbingan dan memberi motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Ir. Wizni Fadhillah, M.Agr. selaku Anggota Komisi Pembimbing yang senantiasa memberi bimbingan serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan bekal ilmu selama penulis mengikuti pendidikan.
6. Pegawai Biro Administrasi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Teristimewa untuk Ibu Suminah dan Bapak Darwan, kedua orang tua yang telah menjaga, mendidik, senantiasa mendoakan serta membesarkan penulis.
8. Suci Nurcahayati, S.Pd. kakak kandung tercinta dan Anwary Arifandy, S.T. abang ipar yang senantiasa memberi semangat dan motivasi kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.

9. Ryan Chandra Wijaya dan Najibar Akmal yang selalu setia menemani dan membantu pelaksanaan penelitian.
10. Sahabat-sahabat kontrakan penulis: Ruslan Riza Fily, Wiman Ray Winata dan teman-teman GKK yang selalu memberikan semangat dan hiburan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Seluruh teman-teman stambuk 2017 seperjuangan terkhusus Agroteknologi 2 yang telah membantu dan mewarnai kehidupan kampus.
12. Teman-teman penulis lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu yang memberi semangat dan doa untuk penulis.

Penulis menyadari masih ada kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak dalam rangka penyempurnaan skripsi ini. Akhir kata penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, November 2021

Penulis

Rizky Dwi Ananda

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
SUMMARY	ii
RIWAYAT HIDUP	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan Penelitian	4
Hipotesis Penelitian	4
Kegunaan Penelitian	4
TINJAUAN PUSTAKA	5
Bioekologi Lalat Buah (<i>Bactrocera</i> sp.).....	5
Taksonomi.....	5
Biologi.....	5
Siklus Hidup.....	7
Perilaku Lalat Buah.....	9
Perilaku Makan.....	9
Perilaku Kawin	10
Tanaman Jengkol	12
Klasifikasi	12
Morfologi	13
Potensi dan Pemanfaatan Ekstrak Kulit Jengkol	14

Pemanfaatan Senyawa Semiokimia dalam Pengendalian Lalat Buah	14
Metode Ekstraksi Maserasi	15
BAHAN DAN METODE	17
Tempat dan Waktu Penelitian	17
Bahan dan Alat	17
Metode Penelitian	17
Pelaksanaan Penelitian	18
Mempersiapkan Serangga Uji	18
Pembuatan Kotak Pemeliharaan	18
Sterilisasi Pasir	18
Penyediaan Serangga Uji	18
Pemeliharaan Larva	19
Pemeliharaan Imago	20
Ekstraksi dan Analisis Kandungan Senyawa Ekstrak Kulit Jengkol	20
Pengujian Semiokimia	21
Peubah Amatan	21
Kandungan Senyawa Volatil	21
Persentase Preferensi Lalat Buah terhadap Aroma Ekstrak Kulit Jengkol (%)	22
HASIL DAN PEMBAHASAN	23
KESIMPULAN DAN SARAN	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
1.	Proporsi Komponen Senyawa Dominan Ekstrak Kulit Jengkol Hasil Analisa GCMS	24

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Judul	Halaman
1.	Telur Lalat Buah.....	6
2.	Larva Lalat Buah.....	7
3.	Pupa Lalat Buah	8
4.	Imago Lalat Buah Jantan dan Betina.....	8
5.	Pohon Tanaman Jengkol	12
6.	Buah Jengkol	13
7.	Wadah Pemeliharaan Larva Lalat Buah.....	19
8.	Kromatogram Ekstrak Kulit Jengkol.....	23
9.	Preferensi Lalat Buah Jantan Terhadap Aroma Ekstrak Kulit Jengkol	25
10.	Perbandingan Persentase Preferensi Lalat Buah Jantan.....	26
11.	Preferensi Lalat Buah Betina Terhadap Aroma Ekstrak Kulit Jengkol	28
12.	Perbandingan Persentase Preferensi Lalat Buah Betina.....	29

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Judul	Halaman
1.	Pembuatan Ekstrak Kulit Jengkol (<i>Pithecellobium jiringa</i>)	39
2.	Rearing Serangga Uji <i>Bactrocera</i> sp. di Laboratorium.....	40
3.	Rangkaian Alat Olfaktometer saat Pengujian	41
4.	Hasil Preferensi Lalat Buah Jantan terhadap Ekstrak Kulit Jengkol.....	42
5.	Hasil Preferensi Lalat Buah Betina terhadap Ekstrak Kulit Jengkol	43
6.	Hasil Analisa GCMS Kandungan Senyawa Ekstrak Kulit Jengkol	44

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki keanekaragaman hayati yang sangat tinggi. Di Indonesia diperkirakan ada 100 sampai 150 famili tumbuhan-tumbuhan (Sarjan *et al.*, 2010). Tan dan Nishida (2012) menyatakan bahwa tanaman menghasilkan berbagai macam senyawa kimia yang digunakan untuk pertahanan diri dari organisme *fitofag* (suka memakan tumbuhan) seperti serangga herbivora dan patogen. Bahan kimia ini tidak disekresikan secara alami melainkan terkandung di dalam tanaman dalam bentuk senyawa metabolit sekunder. Kandungan bahan kimia di dalam tanaman dapat berperan sebagai *antifeedant*, *toxicant*, *deterrant*, *repellant* dan *attractant*.

Hama lalat buah (*Bactrocera* spp.) menimbulkan kerusakan dan kerugian ekonomi yang cukup besar di Indonesia serta menurunkan produksi buah dan sayuran. Lalat buah merupakan kelompok hama terpenting yang menyerang buah dan sayuran hampir di setiap negara. Sampai saat ini lalat buah yang berhasil teridentifikasi ada sekitar 4000-an spesies, dan diperkirakan terdapat 1400 spesies yang menyerang buah-buahan lunak (White dan Elson-Harris, 1992; Lengkong dan Caroulus, 2019).

Lalat buah termasuk dalam ordo *Diptera*, famili *Tephritidae* yang merupakan hama penting pada tanaman sayuran dan buah-buahan. Lalat buah bisa menimbulkan kerusakan dan berdampak pada jumlah dan kualitas produk yang dihasilkan serta dapat menimbulkan penyusutan produksi. Kerusakan yang ditimbulkan oleh lalat buah pada tanaman buah dan sayuran bisa sampai 90%. Indonesia memiliki keanekaragaman lalat buah cukup tinggi. Jumlah spesies

lalat buah di Indonesia sampai saat ini diketahui 63 spesies. Dari jumlah tersebut cuma 10 spesies lalat buah yang dikenal sebagai hama utama pada tanaman (Larasati *et al.*, 2016).

Serangan lalat buah sangat merugikan hasil pertanian terutama pada tanaman buah. Buah-buahan yang sering diserang hama ini mangga, nangka, melon, jambu, jambu biji dan belimbing. Buah muda yang diserang hama lalat buah bentuknya menjadi tidak normal dan mudah gugur (Indriyati *et al.*, 2014). Manurung *et al.* (2012) menyatakan serangan hama lalat buah membuat buah menjadi busuk basah karena serangan larva biasanya diikuti infeksi jamur dan bakteri. Serangan hama lalat buah lebih tinggi pada iklim yang sejuk dan kelembapan yang tinggi.

Menurut Sahetapy *et al.* (2019) pada musim penghujan serangan lalat buah akan meningkat. Serangan lalat buah biasanya terjadi pada buah yang akan matang. Lalat buah betina hinggap dan menusukkan ovipositorinya kedalam buah untuk meletakkan telurnya. Sangat sulit untuk membedakan buah yang telah ditusuk dikarenakan cuma terdapat bintik hitam yang sangat kecil. Hossain *et al.* (2019) menyatakan bahwa lalat buah menusukkan telurnya di dalam daging buah dan sayuran. Telur berkembang menjadi larva (ulat) dan merusak buah dari dalam. Akibatnya buah menjadi busuk dan tidak dapat dikonsumsi atau jatuh ke tanah sebelum mencapai kematangan yang diinginkan.

Hingga saat ini kulit jengkol (*Pithecellobium jiringa*) merupakan sampah organik yang banyak tersebar di pasar tradisional dan sampai saat ini belum memiliki nilai ekonomis.

Buah jengkol selain dimanfaatkan sebagai makanan yang kaya akan karbohidrat, kulit buahnya juga dapat digunakan sebagai bahan pestisida nabati misalnya sebagai moluskisida (Mawardi *et al.*, 2018), rodentisida (Simbolon *et al.*, 2017), biobakterisida (Nurussakinah, 2010) dan herbisida (Hasanah *et al.*, 2019). Kandungan senyawa aktif yang ada di dalam kulit jengkol antara lain flavonoid, tannin, saponin, alkaloid, terpenoid dan glikosida yang dapat berfungsi sebagai insektisida (Azlansyah *et al.*, 2019).

Penelitian Suhaili *et al.* (2020) hasil GC-MS ekstrak kulit jengkol terdapat senyawa yang berfungsi sebagai insektisida. Hasil dari analisis *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS) menunjukkan sekitar 88 senyawa dan terdapat 7 senyawa pemuncak (*asam 3-metoksi sinamat; 1,2,3-benzetriol; 3, 3- dimetilheksanal; etil hidrogen suksinat; L-prolin, 1-metil-5-okso-metil ester; Asam suksinat; asam heksadekanoat*) yang berfungsi sebagai antimikroba, insektisida dan repelen.

Aroma volatil yang kuat dari ekstrak kulit jengkol ini diduga berperan penting dalam aktivitas serangga, apakah akan berfungsi sebagai *atraktan* (penarik) ataupun *repellent* (penolak) pada lalat buah *Bactrocera* sp. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh aroma volatil dari ekstrak kulit jengkol untuk pengendalian hama lalat buah *Bactrocera* sp..

Dari uraian diatas peneliti tertarik untuk meneliti Olfactometri Hama Lalat Buah *Bactrocera* sp. (Diptera: Tephritidae) Pada Aroma Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*).

Tujuan Penelitian

Untuk mengetahui peranan aroma volatil ekstrak kulit jengkol dalam pengendalian hama lalat buah *Bactrocera* sp.

Hipotesis Penelitian

1. Adanya ketertarikan lalat buah terhadap aroma volatil dari ekstrak kulit jengkol.
2. Adanya penolakan lalat buah terhadap aroma volatil dari ekstrak kulit jengkol.

Kegunaan Penelitian

1. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Studi Strata Satu (S1) pada Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
2. Dapat dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan.
3. Memberi informasi kepada masyarakat tentang peranan aroma dari ekstrak kulit jengkol terhadap lalat buah sehingga dapat dimanfaatkan dalam pengendalian hama lalat buah (*Bactrocera* sp.).

TINJAUAN PUSTAKA

Bioekologi Lalat Buah (*Bactrocera* sp.)

Taksonomi

Salah satu kelompok hama yang tergolong ke dalam famili *Tephritidae* yakni lalat buah. Menurut Drew dan Hancock (1994) klasifikasi lalat buah *Bactrocera* sp. yaitu:

Kingdom : Animalia
Filum : Arthropoda
Kelas : Insecta
Ordo : Diptera
Famili : Tephritidae
Genus : *Bactrocera*
Spesies : *Bactrocera* sp.

Biologi

Telur dari lalat buah berwarna putih mengkilat, bentuknya memanjang dan agak sedikit melengkung. Panjang telur 1,3 mm, meruncing di salah satu ujungnya, sedangkan di ujung yang lain agak membulat (Sohrab *et al.*, 2018). Fase larva terdiri dari 3 instar, larva yang telah berumur 4 hari merupakan larva instar 2, larva yang berusia 5 sampai 7 hari merupakan larva instar 3. Larva instar 3 keluar dari dalam buah menjelang fase pupa dan kemudian mengubur dirinya ke dalam tanah. Larva masuk 2-7 cm kedalam tanah untuk membentuk pupa. Kepala imago lalat buah berwarna coklat kemerahan, sayapnya transparan. Warna *thorax* hitam kekuningan, sedangkan abdomen berwarna kuning dan berpita melintang. Lebar sayap sekitar 5-7 mm dan panjang badannya 6-8 mm (Nawawi, 2018).



Sumber: (Genç and Nation, 2008)

Gambar 1. Telur lalat buah

Mayasari *et al.* (2019) menjelaskan bahwa pada bagian kepala *Bactrocera dorsalis* memiliki ciri titik sirkular hitam, warna antena cokelat muda, segitiga *ocelus* dan *facial spot* yang berwarna hitam, *lanula* cokelat. Bagian dari *thorax* *Bactrocera dorsalis* mempunyai ciri *mesonotum* berwarna hitam, bagian tengah *post sutural vitae* berwarna gelap sedangkan bagian pinggirnya kuning. Terdapat rambut halus di *skutelum* dan berwarna kuning. Pada tergit pertama dan kedua abdomen terdapat garis hitam membujur, di tergit ketiga ada rambut halus (*pecten*), pada tergit kedua hingga keempat ada garis lintang hitam serta *shining spot* berwarna cokelat. Terdapat pita berwarna hitam di garis *costa* pada sayap.

Umumnya lalat buah dewasa memiliki ciri-ciri penting pada bagian *caput*, *toraks*, *abdomen* serta sayap. *Caput* lalat buah tersusun dari antena, mata, dan spot. Ada dua bagian vital pada toraks yaitu *skutelum* dan *skutum*. Sayap memiliki bentuk dan pola pembuluh antara lain *radius*, *costa*, *median*, *cubitus*, *anal*, *r-m*, dan *dmcu* (Siwi *et al.*, 2006).

Perbedaan lalat buah jantan dengan betina dapat dilihat dibagian abdomennya yaitu *ovipositor*. Lalat buah jantan tidak memiliki *ovipositor*. Sedangkan lalat buah betina memiliki *ovipositor* untuk meletakkan telur. Imago

betina menusukkan *ovipositor* dengan dalam 2-4 mm untuk memasukkan telur ke dalam daging buah. Telurnya berbentuk memanjang menyerupai pisang dengan panjang 1,17 mm serta lebar telur 0,21 mm. Selama hidupnya, imago betina mampu menghasilkan sampai 250 telur dan meletakkan 10-12 telur setiap hari (Weems dan Fasulo, 2012).



Sumber: (Kardinan, 2019)

Gambar 2. Larva lalat buah

Siwi *et al.* (2006) mengungkapkan bahwa bentuk serta ukuran larva lalat buah sangat beragam tergantung pada spesies dan makanan yang tersedia sebagai media hidupnya. Bentuk larva lalat buah ramping dan abdomennya terdiri dari 8 ruas dengan dengan ujung bagian belakang yang meruncing.

Siklus Hidup

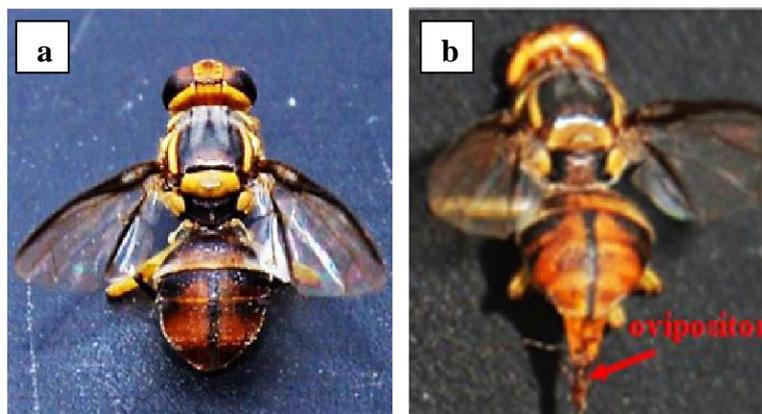
Lalat buah merupakan kelompok serangga yang mengalami metamorfosis sempurna (*holometabola*). Tahapan metamorfosis serangga ini mulai dari tahap telur, belatung, kepompong, dan imago. Pada musim panas lalat buah menghabiskan dua sampai tiga minggu untuk menyelesaikan siklus hidupnya. Sedangkan pada musim penghujan membutuhkan waktu sampai dua bulan (Weems dan Fasulo, 2014).



Sumber: (Hasyim et al., 2014)

Gambar 3. Pupa lalat buah

Nawawi (2018) menyatakan bahwa siklus hidup lalat buah dari telur sampai dewasa pada suhu 26 °C dan kelembapan relatif 70% memerlukan waktu 22 hari. Telur akan menetas setelah 1-2 hari, sedangkan fase larva memerlukan waktu berkisar 6-9 hari, dan lamanya fase pupa 8-9 hari. *B. cucurbitae*, *Ceratitis capitata* dan *B. dorsalis* merupakan spesies lalat buah dengan perkembangan pupa paling singkat di tanah pada kelembapan 90%. Setelah 8-10 hari lalat buah akan matang secara seksual dengan syarat kondisi suhu 25-27 °C.



Sumber: (Sari et al., 2020)

Gambar 4. Imago lalat buah; (a). jantan, (b). betina (dengan ovipositor)

Pada ujung abdomen lalat buah betina terdapat *ovipositor* yang berfungsi untuk menusukkan telurnya ke dalam buah. Lalat buah betina mampu meletakkan 2-40 butir telur per hari. Telur yang ditusukkan imago betina, selanjutnya akan

berubah menjadi larva (belatung). Seluruh fase larva lalat buah berada di dalam buah. Larva dari lalat buah berwarna putih kekuningan. Serangan hama ini biasanya diikuti infeksi jamur dan bakteri, akibatnya buah cepat membusuk dan buah mudah rontok. Serangan hama ini dapat ditandai jika terdapat ulat kecil berwarna putih pada buah dengan ukuran 4-10 mm dan larva akan melenting jika disentuh. Ulat instar 3 keluar dari dalam buah untuk membentuk pupa di dalam tanah. Pupa kemudian berubah menjadi lalat buah dewasa. Ukuran lalat buah dewasa ± 6 mm. Variasi warna tubuhnya mulai dari oranye kehitaman, cokelat, kuning, hingga kombinasi beberapa warna (Hasyim *et al.*, 2014). Siwi *et al.* (2006) abdomen *Bactrocera* terbagi menjadi ruas-ruas yang terdiri dari tergite 1 dan 2 yang menyatu (*syntergite*), tergite 3 (T3), tergite 4 (T4), dan tergite 5 (T5).

Perilaku Lalat Buah

Perilaku Makan

Aktivitas puncak lalat buah di alam bebas yaitu pada pagi hari sekitar pukul 05.00-08.00, sedangkan pada jam 09.00-14.00 aktivitas lalat buah mulai berkurang, kemudian lalat buah akan melakukan aktifitas lagi pada jam 15.00-17.00 (Zainurosyadi, 2005). Hasyim *et al.* (2014) menyatakan bahwa lalat buah dewasa aktif terbang pada pukul 06.00-09.00 pagi atau sore hari jam 15.00-18.00.

Serangga menggunakan beberapa kebiasaan dalam proses memilih inang yakni lewat penciuman (*olfaktori*), perasa (*gustatori*) dan penglihatan (*visual*). Wujud buah, warna buah serta aroma buah mempengaruhi lalat buah betina dalam memilih inang yang cocok (Brévault & Quilici, 2007; Khan *et al.*, 2011). Terdapat beberapa tahapan yang dilalui serangga dalam pemilihan inang yaitu: (1) Serangga memanfaatkan mekanisme *fototaksis*, *geotaksis*, preferensi tempat

dan kelembapan dalam mencari habitat inang. (2) Biasanya serangga memanfaatkan mekanisme penglihatan, dan penciuman dalam proses mencari inang. (3) Serangga menggunakan mekanisme *gustatori*, *olfaktori* serta *taktil* yang membantu dalam mengenal inang. (4) Inang mengeluarkan bahan kimia tertentu sehingga membuat serangga bisa menerima inang tersebut. (5) Tanaman inang yang mengandung zat makanan yang cocok untuk serangga akan mendukung seluruh siklus hidupnya (Atkins, 1980).

Sistem indera pada serangga yang berperan untuk mendeteksi senyawa-senyawa kimia yaitu *kemoreseptor*. Indera yang termasuk dalam golongan ini adalah indera perasa dan pencium. Biasanya *kemoreseptor* terletak di antena, mulut dan *tarsus* (Wigglesworth, 1972).

Lalat buah lebih suka meletakkan telur pada buah yang matang dibandingkan buah yang masih hijau. Salah satu hal yang mempengaruhi populasi lalat buah yaitu tingkat kematangan buah. Buah yang tinggi kandungan asam amino, mineral, vitamin, karbohidrat dan air dapat meningkatkan keperidian dan memperpanjang umur lalat buah. Lalat buah betina sensitif terhadap warna buah, bentuk dan tekstur dalam peletakan telur. Buah yang agak lunak dan ternaungi cenderung disukai untuk peletakan telur (Siwi *et al.*, 2006).

Perilaku Kawin

Menurut Sulistya (2015) perilaku kawin lalat buah dipengaruhi lingkungan sekitarnya seperti intensitas cahaya yang cukup, suhu, kematangan seksual lalat buah jantan dan betina untuk proses kawin serta makanan yang tersedia di lingkungan sekitarnya. Biasanya lalat buah melakukan proses kawin disaat senja disaat intensitas cahaya sudah menurun, meski ada sebagian spesies yang

perkawinannya dilakukan pada waktu pagi serta siang hari. Sohrab *et al.* (2018) menjelaskan perkawinan lalat buah terjadi saat sore hari saat intensitas cahaya menurun. Dimalang dan Lengkong (2011) menyatakan bahwa umumnya perkawinan lalat buah terjadi di sore hari yaitu pukul 17.10-18.45.

Warna dan aroma yang dikeluarkan oleh buah mempengaruhi lalat buah untuk menemukan tanaman inang. Lalat buah aktif terbang pada sore hari menjelang senja. Pada waktu sore hari *Bactrocera* sp. biasanya melakukan perkawinan (*kopulasi*). Lalat buah merupakan serangga mampu terbang jauh. Lalat buah jantan dapat terbang sejauh 6,44-24,14 km dan dipengaruhi faktor arah dan kecepatan angin. Jumlah lalat buah akan melimpah di pepohonan dengan kondisi buah yang akan matang (Sunarno, 2011). Menurut Klowden (2002; Kardinan, 2019) untuk melakukan komunikasi, serangga biasanya menggunakan senyawa kimia (*semiochemical*). *semiochemical* dibagi menjadi dua, yakni *allelochemical* yang berfungsi untuk komunikasi pada spesies berbeda. Sedangkan *feromon* berfungsi untuk komunikasi dalam satu spesies yang sama. Salah satu jenis *allelochemical* yaitu *kairomone*. *Metil eugenol* tergolong *kairomone* yang bisa memancing imago jantan *Bactrocera* spp..

Lalat buah jantan yang siap kawin bisa dideteksi lewat bagian *rectal gland* organ reproduksinya, ada beberapa senyawa endogen yakni 6-oxo-1-nonanol (OXO) serta komponen lain pada wilayah *rectal gland* lalat buah jantan. Lalat buah jantan akan mengeluarkan senyawa ini saat musim kawin, sehingga bisa menarik lalat buah betina. Senyawa ini diproduksi imago jantan setelah sebelumnya mengkonsumsi *metil eugenol* (Wee dan Tan, 2005). Di dalam tubuh lalat buah jantan, ME akan di ubah menjadi seks feromon (Tan *et al.*, 2011).

Menurut Scolari *et al.* (2021) setelah kawin, betina *tephritidae* mengalami perubahan preferensi penciuman yang cepat dari yang sebelumnya peka terhadap respon feromon jantan, perilaku penciumannya berubah dan berorientasi pada senyawa semiokimia yang dihasilkan tanaman (buah) untuk melakukan *oviposisi* yang sesuai bagi lalat buah.

Tanaman Jengkol (*Pithecellobium jiringa*)

Klasifikasi

Tanaman jering atau yang biasanya dikenal dengan jengkol merupakan famili *Fabaceae* (suku biji-bijian). Menurut Nurussakinah (2010) klasifikasi tanaman jengkol yaitu:

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Rosales
Famili : Fabaceae
Genus : *Pithecellobium*
Spesies : *Pithecellobium jiringa*



Sumber: muspera.menlhk.go.id

Gambar 5. Pohon Tanaman Jengkol

Morfologi

Tanaman jengkol mempunyai tipe perakaran tunggang, warna buahnya coklat, batang lurus vertikal, bulat, berkayu serta memiliki banyak cabang. Daun tanaman ini merupakan tipe daun majemuk yang berhadapan satu dengan lain, bentuknya lonjong dan pangkal daun membulat, sementara itu ujungnya runcing. Daun memiliki ukuran panjang 10-20 cm dan lebarnya 5-14 cm. Sistem tulang daun yakni menyirip dan warnanya hijau. Bunga jengkol mempunyai warna ungu dan merupakan tipe bunga majemuk yang berkembang di ujung batang serta di ketiak daun. Buah berbentuk bulat tipis, berwarna coklat kehitaman. Sedangkan bijinya berkeping dua, mengeluarkan aroma khas dan berwarna kuning (Siswandi, 2019).



Sumber: (Surya, 2017)

Gambar 6. Buah Jengkol

Pohon jengkol merupakan salah satu jenis tanaman berkayu dan bisa tumbuh mencapai 26 m. Batangnya bulat dan berwarna coklat. Kulit batangnya akan terasa licin jika diraba serta memiliki sistem percabangan *simpodial*. Daunnya merupakan daun majemuk dan berhadapan, daun serta tunasnya ungu kecokelatan. Bunga ada pada ketiak-ketiak daun dan di ujung batang. Buah jengkol bentuknya cembung dan gepeng berbelit membentuk spiral. Setiap polong

biji jengkol biasanya berisi antara 5-10. Biji jengkol tertutup kulit ari tipis berwarna kuning kecokelatan mengkilap (Pitojo, 1992).

Potensi Dan Pemanfaatan Ekstrak Kulit Jengkol

Berdasarkan penelitian Nurussakinah (2010) ekstrak dari kulit jengkol mengandung bahan aktif flavonoid, glikosida, saponin, steroid/triterpenoid, tanin dan alkaloid yang dapat berfungsi sebagai antibiotik, antibakteri, antiradang, dan antioksidan. Amir (2014) menyatakan bahwa hasil identifikasi skrining fitokimia ekstrak kulit jengkol dengan pelarut etanol menunjukkan kandungan kimia flavonoid, saponin, tanin, alkaloid, steroid dan glikosida. Bahan aktif tersebut dapat digunakan sebagai larvasida.

Menurut Siswandi (2019) kandungan senyawa kimia pada kulit jengkol bisa memproteksi tanaman dari gangguan hama dan penyakit. Senyawa kimia yang ada di dalam kulit jengkol antara lain saponin, terpenoid, alkaloid serta asam fenolat. Unsur tanin dan flavonoid dalam kulit jengkol ampuh untuk melindungi (tanaman) dari gangguan hama dan penyakit. Adanya kandungan senyawa tanin tersebut, membuat kulit jengkol berpotensi untuk dijadikan biopestisida.

Hasil penelitian sebelumnya bahwa kulit jengkol dapat digunakan sebagai bioinsektisida. Hal ini dapat dilihat dari penelitian (Ambarningrum *et al.*, 2007) tentang pemanfaatan ekstrak kulit jengkol terhadap ulat *Heliothis armigera* dan konsentrasi larutan yang terbaik yaitu 4,4%. Sedangkan untuk larvasida pengendalian larva nyamuk *Aedes Aegypti* konsentrasi larutan 17,94% (Pradani, 2009).

Pemanfaatan Senyawa Semiokimia Dalam Pengendalian Lalat Buah

Senyawa semiokimia merupakan senyawa-senyawa yang digunakan

sebagai media komunikasi dalam kelompok serangga. Senyawa semiokimia sering digunakan dalam pengendalian hayati hama tanaman. Strategi yang paling umum dalam pemanfaatan semiokimia adalah dengan teknik menarik, memerangkap dan membunuh serangga hama (Norin, 2007). *Feromon* serta *alelokimia* merupakan zat yang tergolong ke dalam senyawa semiokimia. *Feromon* biasanya digunakan untuk komunikasi dengan individu yang lainnya namun masih dari satu spesies yang sama. Sedangkan *alelokimia* digunakan untuk komunikasi antara individu dengan spesies yang berbeda (Nugrawaty, 2017).

Susanto *et al.* (2018) menjelaskan bahwa senyawa semiokimia yang banyak digunakan dalam pengendalian lalat buah adalah senyawa *metil eugenol*. Atraktan *metil eugenol* digunakan karena dapat memikat lalat buah *B. carambolae* dan juga *B. dorsalis* yang merupakan spesies sering menyerang tanaman di Indonesia. *Metil eugenol* termasuk *food lure* bagi lalat buah jantan. *Metil eugenol* diproses oleh lalat buah jantan menjadi zat penarik yang berperan penting untuk proses kawin. Imago betina akan tertarik dan cenderung mendekati lalat buah jantan yang sudah mengkonsumsi *metil eugenol*. Lalat buah jantan yang telah mengkonsumsi *metil eugenol* dapat mengeluarkan aroma yang berperan sebagai feromon seks.

Metode Ekstraksi Maserasi

Ekstraksi dilakukan untuk mengambil bahan aktif dari suatu tanaman. Dalam proses ekstraksi, bahan aktif akan terlarut oleh pelarut yang sesuai sifat kepolaran bahan yang di ekstrak. Salah satu metode ekstraksi yang sering digunakan yaitu maserasi. Bahan dihaluskan dalam bentuk potongan-potongan kecil ataupun serbuk kasar selanjutnya direndam menggunakan pelarut. Kemudian

rendaman disimpan di tempat yang terlindung dari cahaya matahari langsung dan diaduk setiap hari. Waktu yang dibutuhkan untuk proses maserasi tergantung jenis bahan dan pelarut yang digunakan, biasanya perendaman dilakukan selama 4-10 hari. Semakin besar perbandingan pelarut dengan simplisia, maka akan semakin banyak hasil filtrat yang dihasilkan (Amir, 2014).

Husna (2020) menjelaskan bahwa maserasi yakni proses perendaman sampel (*simplisia*) yang bertujuan untuk menarik kandungan kimia yang diharapkan. Pada perendaman sampel tumbuhan, selisih tekanan di dalam dengan di luar sel mengakibatkan proses pemecahan membran serta dinding sel, akibatnya senyawa yang ada di dalam sitoplasma akan keluar serta larut dalam pelarut. Masuknya pelarut ke dalam sel mengakibatkan protoplasma membengkak serta senyawa dalam sel akan larut. Terjadinya kontak antara sampel dan pelarut yang intensif diakibatkan oleh lamanya waktu ekstraksi. Kontak antara sampel dan pelarut dapat ditingkatkan dengan cara melakukan pengocokan agar proses ekstraksi lebih sempurna.

BAHAN DAN METODE

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Hama dan Penyakit Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara di Jalan Kapten Muchtar Basri No. 3, Glugur Darat II, Kecamatan Medan Timur Kota Medan, Sumatera Utara.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2021 hingga Agustus 2021. Dalam penelitian ini ada dua variabel yaitu ekstrak kulit jengkol (*Pithecellobium jiringa*) selaku variabel independen (bebas) dan lalat buah (*Bactrocera* sp.) selaku variabel dependen (terikat).

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada pelaksanaan penelitian ini yaitu, kulit buah jengkol (*Pithecellobium jiringa*), jambu biji, aluminium foil, pasir yang sudah disterilkan, busa, plastik, madu, spiritus, kapas, tisu, kain hitam, kertas saring, kertas label, etanol 96% dan imago lalat buah *Bactrocera* sp. hasil rearing dari buah jambu biji.

Alat yang dipergunakan dalam penelitian diantaranya kotak pemeliharaan (*rearing*) lalat buah dengan ukuran (30×30×30 cm), olfaktometer, kipas angin kecil, cawan petri, nampan plastik, gunting, pinset serangga, kawat kassa, blender, jarum pentul, timbangan analitik, ayakan 10 mesh, corong, *vacuum rotary evaporator* (Heidolph VV 2000), GCMS, botol jar dan alat pendukung lainnya.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan pendekatan kuantitatif yaitu: suatu teknik untuk mengetahui hasil data

berbentuk angka supaya memperoleh keterangan mengenai apa yang ingin diketahui.

Pelaksanaan Penelitian

a. Mempersiapkan Serangga Uji

Pembuatan Kotak Pemeliharaan (*Rearing*)

Kotak pemeliharaan lalat buah dibuat dari kurungan kawat kassa dengan ukuran 30×30×30 cm dimana salah satu sisi kurungan diberi dengan karet ban dan dibuat lubang dengan diameter \pm 11 cm (selebar ukuran diameter cup air mineral). Diatas kurungan diletakkan busa yang telah dibasahi dengan air untuk menjaga kelembapan dan juga kapas yang telah dibasahi dengan larutan madu 10% sebagai makanan untuk imago lalat buah.

Sterilisasi Pasir

Sterilisasi pasir dilakukan untuk mematikan, menghambat dan menyingkirkan mikroorganisme yang dapat mengganggu perkembangan pupa lalat buah. Pasir terlebih dahulu diayak kemudian disterilisasi dengan menggunakan oven selama 6 jam dengan suhu 60°C. Penggunaan pasir bertujuan untuk menyerupai habitat asli pupa lalat buah sehingga proses *rearing* dapat berjalan dengan baik.

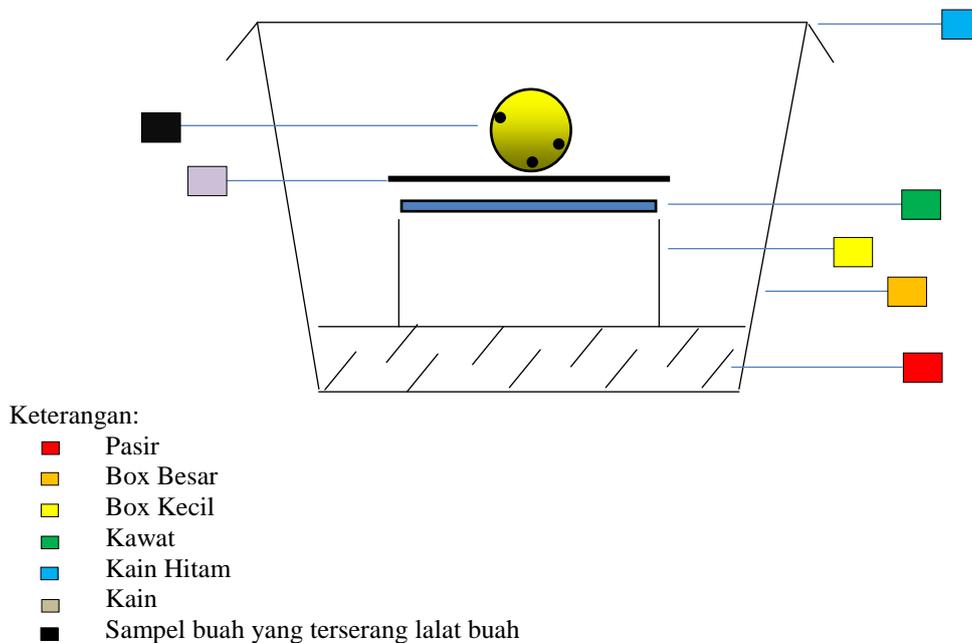
Penyediaan Serangga Uji

Sampel yang dipakai adalah buah jambu biji yang memperlihatkan gejala serangan lalat buah. Buah jambu biji diambil dari Desa Telaga Sari, Kecamatan Sunggal, Kabupaten Deli Serdang. Jambu biji yang didalamnya terdapat larva lalat buah diambil dan dimasukkan dalam plastik. Selanjutnya, sampel dibawa ke laboratorium untuk dilakukan proses *rearing*.

Pemeliharaan larva

Serangga uji diperbanyak didalam kotak plastik wadah yang digunakan dalam pemeliharaan larva lalat buah terdiri dari kotak plastik besar yang memiliki dimensi (33,3x23,5x24,5 cm), kotak plastik kecil berukuran (16,5x11x3,7 cm), pasir, kawat serta kain hitam (Gambar 7). Tahapan peletakan bahan dimulai dari kotak plastik besar yang diisi pasir steril secukupnya, lalu diletakkan kotak plastik kecil diatas pasir. Selanjutya diatas kotak plastik kecil diletakkan kawat kassa yang dilapisi kain dan diletakkan jambu biji yang terserang hama lalat buah.

Jambu biji yang terserang hama lalat buah selanjutnya dimasukkan kedalam wadah pemeliharaan larva untuk dikembangbiakkan hingga larva menjadi pupa. Larva yang terdapat pada buah akan keluar dan melentingkan tubuhnya ke pasir untuk memasuki fase pupa. Setelah terjadi pembentukan pupa, pasir diayak untuk mendapatkan pupa. Pupa diletakkan dalam cawan petri, lalu dimasukkan dalam kotak pemeliharaan (*rearing*) hingga pupa menjadi imago.



Gambar 7. Wadah Pemeliharaan Larva Lalat Buah

Pemeliharaan Imago

Pupa yang diletakkan dalam kotak pemeliharaan akan menetas menjadi imago setelah ± 7 hari. Imago jantan dan imago betina dipisahkan dan dipelihara dalam kotak pemeliharaan yang berbeda. Imago lalat buah diberi makan dengan larutan madu 10%. Imago lalat buah yang telah berumur ± 10 hari setelah keluar dari pupa siap untuk dijadikan serangga uji.

b. Ekstraksi dan Analisis Kandungan Senyawa Ekstrak Kulit Jengkol

Ekstraksi senyawa volatil kulit jengkol dibuat di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, USU Medan.

Kulit jengkol didapat dari Pasar Raya MMTC Jalan Willem Iskandar, Kecamatan Percut Seituan, Kabupaten Deli Serdang. Ekstraksi kulit jengkol dilakukan dengan membersihkan dan memotong kecil-kecil tipis masing-masing kulit jengkol. Kemudian kulit jengkol dikeringkan dalam suhu ruangan selama 10 hari. Kulit jengkol yang sudah kering dihaluskan dengan menggunakan lumpang, kemudian diayak menggunakan ayakan 10 mesh.

Ekstraksi kulit jengkol menggunakan metode maserasi. Maserasi dilakukan untuk menarik senyawa-senyawa yang dapat larut tanpa pemanasan, dan pelarut yang digunakan dalam ekstraksi ini adalah pelarut *etanol* 96%. Kulit jengkol yang sudah halus sebanyak 500 gr diletakkan dalam toples dan direndam dalam 3000 ml etanol selama 96 jam. Hasil ekstraksi selanjutnya dipisahkan menggunakan evaporator (suhu 55°C dan tekanan 0,001 mbar) untuk mendapatkan senyawa volatil yang terkandung dalam kulit jengkol. Hasil

ekstraksi kemudian dibawa ke Laboratorium PPKS untuk dianalisis menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS).

c. Pengujian Semiokimia

Pengujian semiokimia lalat buah dilakukan dengan menggunakan alat *Olfaktometer*, yang terdiri dari tabung Y yang disetiap ujungnya disambungkan dengan tabung kecil. Pada tiap-tiap ujung lengan tabung Y diletakkan kipas angin kecil yang berfungsi untuk mengalirkan aliran udara ke setiap lengan tabung Y. Percobaan ini dilakukan di Laboratorium HPT Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Percobaan semiokimia dilakukan dengan:

- a. Memasukkan 10 ekor imago lalat buah jantan dari jambu biji di dasar tabung Y. Percobaan dilakukan dengan membandingkan satu lengan tabung Y berisi aroma ekstrak kulit jengkol dan lengan yang lainnya kosong (kontrol).
- b. Memasukkan 10 ekor imago lalat buah betina dari jambu biji di dasar tabung Y. Percobaan dilakukan dengan membandingkan satu lengan tabung Y berisi aroma ekstrak kulit jengkol dan lengan yang lainnya kosong (kontrol).

Lalat buah dikategorikan melakukan pilihan adalah apabila lalat buah menuju pada salah satu lengan dan menetap selama 5 menit, dan dikatakan tidak melakukan pilihan adalah apabila lalat buah hanya menetap di dasar tabung Y selama 5 menit tanpa melakukan pilihan.

Peubah Amatan

Kandungan Senyawa Volatil

Kandungan senyawa volatil dalam ekstrak kulit jengkol diketahui dengan melakukan analisis *Gas Chromatography Mass Spectrometry* (GC-MS). GC dan MS merupakan dua alat yang tergabung jadi satu perangkat yang berfungsi untuk

menganalisa senyawa kimia yang mudah menguap (*volatile*). Ekstrak kulit jengkol dimasukkan ke dalam sistem GC untuk kemudian dilakukan proses pemisahan di dalam kolom berdasarkan sifat kepolaran. Masing-masing senyawa akan terpisah setelah terelusi dari sistem GC, kemudian sistem MS berfungsi untuk mendeteksi jenis dan rumus molekul senyawa.

Persentase Preferensi Lalat Buah Terhadap Aroma Ekstrak Kulit Jengkol (%)

Jantan

Perhitungan persentase preferensi lalat buah jantan dilakukan dengan membandingkan jumlah lalat yang tertarik pada satu lengan tabung Y berisi aroma ekstrak kulit jengkol dan jumlah lalat pada lengan yang lainnya kosong (kontrol). Kemudian dihitung rata-ratanya.

Betina

Perhitungan persentase preferensi lalat buah betina dilakukan dengan membandingkan jumlah lalat yang tertarik pada satu lengan tabung Y berisi aroma ekstrak kulit jengkol dan jumlah lalat pada lengan yang lainnya kosong (kontrol). Kemudian dihitung rata-ratanya. Nilai preferensi lalat buah terhadap senyawa uji dalam bentuk persen dan dihitung menggunakan rumus di bawah ini.

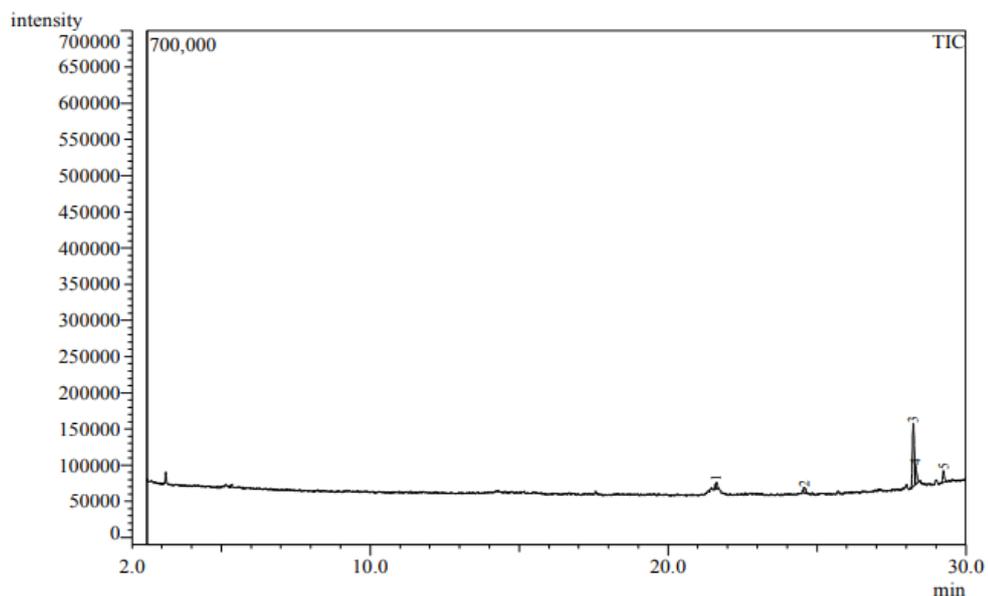
$$\text{Persentase preferensi lalat buah} = \frac{\text{jumlah lalat buah yang tertarik}}{\text{jumlah total lalat buah yang diuji}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Senyawa Volatil

Data kromatogram kandungan senyawa volatil ekstrak kulit jengkol hasil analisis GCMS dapat dilihat pada lampiran 6.

Penentuan komponen-komponen senyawa yang terkandung dalam ekstrak kulit jengkol (*Pithecellebium jiringa*) sangat penting untuk menentukan sifat-sifat dan manfaat dari ekstrak kulit jengkol. Untuk pengujian komponen senyawa tersebut menggunakan metode analisis Kromatografi Gas-Spektrometri Massa (GC-MS). Analisa kandungan senyawa volatil yang bersumber dari kulit jengkol dilakukan di Laboratorium Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. Berdasarkan hasil analisis GC-MS diperoleh kromatogram pada Gambar 7.



Gambar 8. Kromatogram Ekstrak Kulit Jengkol

Melalui kromatogram pada Gambar 7 terlihat bahwa terdapat 5 puncak yang dihasilkan dengan persentase area yang bervariasi. Puncak-puncak tersebut menunjukkan jenis senyawa yang dikandung oleh ekstrak kulit jengkol. Dari

kromatogram terdapat 4 senyawa utama yang memiliki puncak tertinggi yaitu pada puncak no 3, 4, 5 dan 2. Puncak tertinggi dijumpai pada senyawa *Pyrazine, tetrakis (1-methylethyl)* pada waktu retensi 28.237 dengan persentase 61,64%. Puncak kedua tertinggi ditemukan pada puncak nomor 4 dengan waktu retensi 28.308 sebagai puncak dari senyawa *Benzeneacetic acid* sebanyak 16,22%. Selanjutnya puncak ketiga tertinggi adalah senyawa *3-tert.butyl-1-methyl-2-phenyl* pada puncak no 5 sebanyak 10,56% dengan waktu retensi 29.254 diikuti dengan puncak no 2 dengan waktu retensi 24.585 sebagai puncak dari senyawa *Pyrano(3,2a)carbazole,3,11 dihydro-10 methoxy 3,3,8 trimethyl* dengan persentase 5,84%.

Secara rinci, komposisi senyawa yang terdapat pada ekstrak kulit jengkol dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Proporsi Komponen Senyawa Dominan Ekstrak Kulit Jengkol Hasil Analisa GCMS

No	Nama Senyawa	Rumus Molekul	Waktu Retensi	% Area
1.	<i>Pyrazine, tetrakis (1-methylethyl)</i>	C ₁₆ H ₂₈ N ₂	28.237	61,64
2.	<i>Benzeneacetic acid</i>	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	28.308	16,22
3.	<i>3-tert.butyl-1-methyl-2-phenyl</i>	C ₁₉ H ₂₁ N	29.254	10,56
4.	<i>Pyrano (3,2a) carbazole, 3,11 dihydro-10 methoxy 3,3,8 trimethyl</i>	C ₁₉ H ₁₉ NO ₂	24.585	5,84
5.	Tidak Diketahui	-	21.625	5.74
Total				100

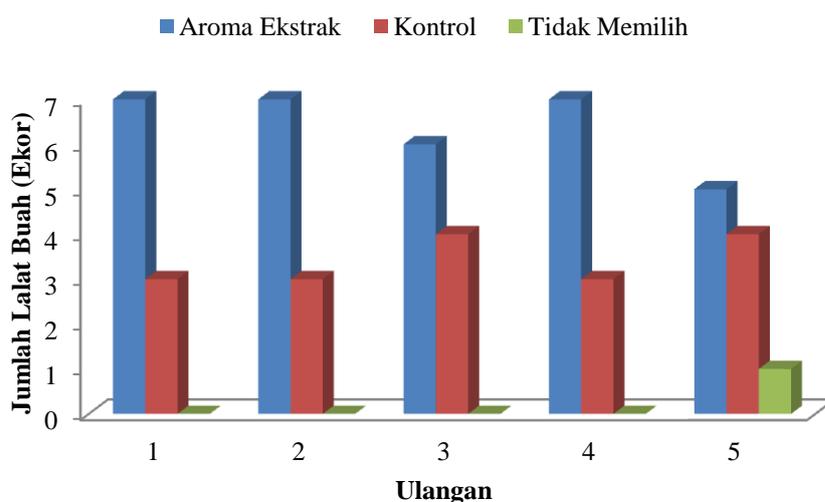
Berdasarkan Tabel 1, hasil analisa GCMS dilihat dari senyawa volatil dominan yang terkandung didalam ekstrak kulit jengkol yaitu *Pyrazine, tetrakis (1-methylethyl)* dan *Benzeneacetic acid*. Kedua senyawa ini tergolong kedalam

senyawa organik aromatik heterosiklik. Senyawa aromatik heterosiklik merupakan senyawa yang molekulnya mengandung satu atau lebih heterosiklik yang bersifat aromatik. Berdasarkan PubChem (2004) *Pyrazine* merupakan senyawa aromatik heterosiklik.

Persentase Preferensi Lalat Buah Terhadap Aroma Ekstrak Kulit Jengkol (%)

Data uji preferensi lalat buah jantan dan betina terhadap senyawa volatil ekstrak kulit jengkol dalam uji olfaktometri tabung Y dapat dilihat pada lampiran 4 dan 5.

Pengujian preferensi lalat buah jantan dan betina terhadap senyawa volatil ekstrak kulit jengkol dilakukan pagi hari pukul 08.00 sampai pukul 09.00 dan sore hari pukul 16.00 sampai pukul 18.00. Hal ini dikarenakan aktivitas harian lalat buah dilapangan memiliki waktu paling aktif pada pagi dan sore hari. Chen *et al.* (2006) menyatakan bahwa puncak populasi dari lalat buah *B. dorsalis* di kebun jambu yaitu pada sore hari. Lalat buah biasanya berkopulasi pada senja hari, hal ini yang menyebabkan lalat buah aktif pada sore hari.



Gambar 9. Histogram Preferensi Lalat Buah Jantan Terhadap Aroma Ekstrak Kulit Jengkol

Berdasarkan gambar 9, dapat dilihat histogram preferensi lalat buah jantan terhadap aroma ekstrak kulit jengkol menunjukkan bahwa jumlah lalat buah yang memilih lengan dengan perlakuan pada ulangan 1 sejumlah 7 ekor, pada ulangan 2 sejumlah 7 ekor, pada ulangan 3 sejumlah 6 ekor, ulangan 4 sejumlah 7 ekor dan ulangan 5 sejumlah 5 ekor. Total lalat buah jantan yang memilih lengan dengan perlakuan ekstrak yaitu 32 ekor dari jumlah keseluruhan serangga uji sebanyak 50 ekor sehingga didapatkan rata-rata 0,64. Jumlah lalat buah jantan yang memilih lengan tanpa perlakuan (kontrol) pada ulangan 1 sejumlah 3 ekor, pada ulangan 2 sejumlah 3 ekor, pada ulangan 3 sejumlah 4 ekor, ulangan 4 sejumlah 3 ekor dan ulangan 5 sejumlah 4 ekor. Total lalat buah jantan yang memilih lengan kontrol yaitu 17 ekor dari jumlah keseluruhan serangga uji sebanyak 50 ekor sehingga didapatkan rata-rata 0,34. Sedangkan jumlah lalat buah yang tidak memilih yaitu sebanyak 1 ekor dan hanya terdapat pada ulangan ke-5 dengan rata-rata 0,02.



Gambar 10. Diagram Lingkaran Perbandingan Persentase Preferensi Lalat Buah Jantan

Berdasarkan gambar 10, dapat dilihat diagram perbandingan persentase preferensi lalat buah terhadap aroma ekstrak kulit jengkol menunjukkan bahwa

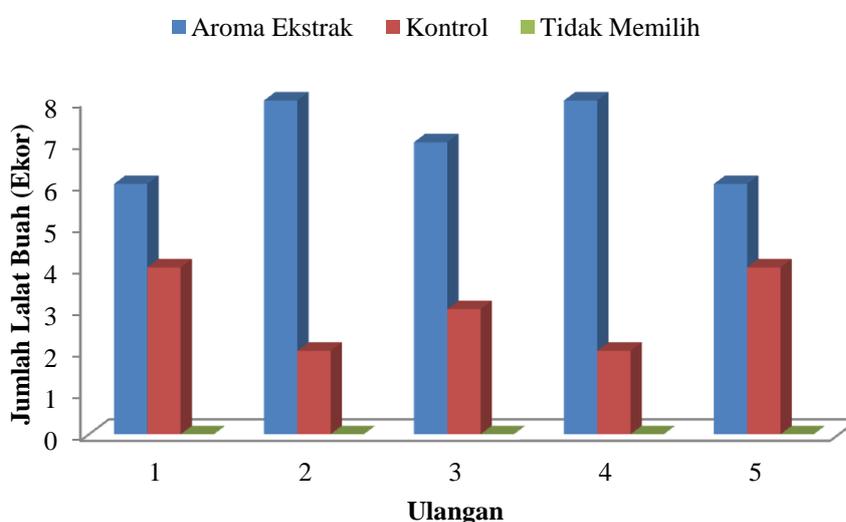
64% lalat buah jantan dominan memilih lengan dengan perlakuan ekstrak, sedangkan 34% memilih lengan kontrol dan sisanya 2% tidak memilih.

Dari pengujian ekstrak kulit jengkol terhadap lalat buah didapatkan hasil 64% lalat buah memilih lengan yang diberi perlakuan ekstrak (Gambar 10). Sumber aroma pada ekstrak kulit jengkol berasal dari senyawa *Pyrazine* dan *Benzeneacetic acid*. Lalat buah diduga tertarik terhadap aroma yang di keluarkan kedua senyawa tersebut. Jelita *et al.* (2019) menyatakan bahwa didalam ekstrak daun kari terdapat kandungan *pyrazine* sebesar 19,18%. Senyawa ini berfungsi sebagai sumber aroma pada daun kari. Antara (1991) menyatakan bahwa senyawa *pyrazine* berperan sebagai flavor (sensasi yang dihasilkan senyawa berupa rasa dan aroma). Berdasarkan ChEBI (2018) *Benzeneacetic acid* atau *Phenylacetic acid* memiliki aroma seperti madu.

Lalat buah menggunakan sistem penciumannya dalam mencari makanan dan juga kawin. Sistem penciuman lalat buah sangat peka terhadap senyawa volatil tertentu. Herrero (2012) menyatakan bahwa lalat buah menggunakan sistem perasa dan penciumannya yang kuat dalam menemukan inang dan mencari makanan. Penciuman yang kuat ini didukung oleh sistem *gustatori* dan *olfaktori* sehingga lalat buah dapat mendeteksi senyawa volatil dari tanaman kemudian menerjemahkannya ke dalam perilaku lalat buah apakah tertarik atau tidak terhadap senyawa tersebut.

Menurut Martin *et al.* (2013) organ reseptor penciuman lalat buah berada pada segmen antena ketiga dan palpus rahang atas, yang ditutupi dengan *sensilla* (rambut sensorik). *Sensilla* ini menampung neuron reseptor bau (*Odoran Receptor Neurons*) yang mengekspresikan satu atau beberapa reseptor bau.

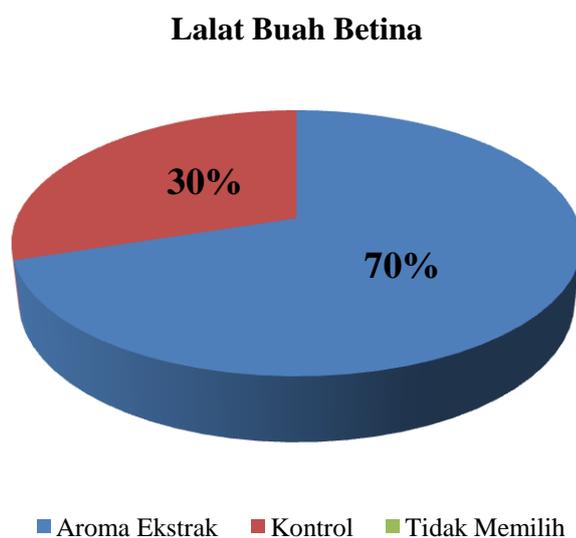
Lalat buah yang tidak tertarik terhadap ekstrak diduga karena lalat buah merupakan hewan ektoterm, yaitu hewan yang sumber panas tubuhnya bergantung pada suhu di lingkungan sekitarnya. Suhu di lokasi pengujian yaitu di Kecamatan Medan Timur terus-menerus berubah mulai pagi sampai sore hari. Isnaeni (2006) berubahnya suhu lingkungan secara terus-menerus bisa mempengaruhi aktivitas binatang ektoterm yaitu lalat buah yang termasuk di dalamnya.



Gambar 11. Histogram Preferensi Lalat Buah Betina Terhadap Aroma Ekstrak Kulit Jengkol

Berdasarkan gambar 11, dapat dilihat histogram preferensi lalat buah betina terhadap aroma ekstrak kulit jengkol menunjukkan bahwa jumlah lalat buah yang memilih ligan dengan perlakuan pada ulangan 1 sejumlah 6 ekor, pada ulangan 2 sejumlah 8 ekor, pada ulangan 3 sejumlah 7 ekor, ulangan 4 sejumlah 8 ekor dan ulangan 5 sejumlah 6 ekor. Total lalat buah betina yang memilih ligan dengan perlakuan ekstrak yaitu 35 ekor dari jumlah keseluruhan serangga uji sebanyak 50 ekor sehingga didapatkan rata-rata 0,7. Sedangkan jumlah lalat buah betina yang memilih ligan tanpa perlakuan (kontrol) pada ulangan 1

sejumlah 4 ekor, pada ulangan 2 sejumlah 2 ekor, pada ulangan 3 sejumlah 3 ekor, ulangan 4 sejumlah 2 ekor dan ulangan 5 sejumlah 4 ekor. Total lalat buah betina yang memilih lengan kontrol yaitu 15 ekor dari jumlah keseluruhan serangga uji sebanyak 50 ekor sehingga didapatkan rata-rata 0,3.



Gambar 12. Diagram Lingkaran Perbandingan Persentase Preferensi Lalat Buah Betina

Berdasarkan gambar 12, dapat dilihat diagram perbandingan persentase preferensi lalat buah terhadap aroma ekstrak kulit jengkol menunjukkan bahwa 70% lalat buah betina memilih lengan dengan perlakuan ekstrak dan sisanya 30% memilih lengan kontrol.

Dari pengujian ekstrak kulit jengkol terhadap lalat buah didapatkan hasil 70% lalat buah memilih lengan yang diberi perlakuan ekstrak (Gambar 12). Kecenderungan lalat buah betina memilih lengan dengan perlakuan ekstrak diduga karena karakteristik aroma khas dari senyawa dominan yang ada di dalam ekstrak kulit jengkol. Berdasarkan dari penelitian Leffingwell dan Alford (2005) deskripsi bau dari *pyrazine* yaitu tajam, manis, seperti bau jagung dan kacang hazelnut panggang. Senyawa ini mudah menguap ketika kontak dengan udara.

Selain itu, aktivitas harian lalat buah juga dapat dipengaruhi oleh suhu lingkungan sekitarnya. Manurung *et al.* (2012) menyatakan bahwa aktivitas puncak harian lalat buah spesies *B. dorsalis complex* yaitu pada pukul 10.00 sampai pukul 14.00. Hal ini disebabkan oleh suhu lingkungan di lokasi penelitian dan karakter lalat buah yang ektoterm. Ektoterm ialah hewan yang suhu tubuhnya bergantung pada suhu di area sekitarnya. Menurut Chen *et al.* (2006) menjelaskan bahwa suhu minimal tubuh lalat buah untuk aktif melakukan aktivitasnya yakni sekitar 18°C.

Hingga saat ini belum ada yang penelitian yang menjelaskan tentang kegunaan senyawa *Pyrazine* dan *Benzeneacetic acid* dalam sistem komunikasi serangga. Namun dari hasil penelitian ini, aroma ekstrak kulit jengkol merupakan senyawa penarik untuk lalat buah. Diduga zat *Pyrazine* merangsang indera *olfactory* lalat buah untuk mendekat dan zat *Benzeneacetic acid* yang dapat mengganggu sistem saraf pada lalat buah. Dalam beberapa pengamatan selama penelitian setelah lalat buah mencicipi ekstrak tersebut, lalat buah terlihat seperti kehilangan keseimbangan terbangnya. Hal ini dikarenakan bahan aktif yang terkandung di dalam ekstrak kulit jengkol bersifat biopestisida berdasarkan penelitian (Refilda *et al.*, 2018) dan juga berperan sebagai bioinsektisida berdasarkan penelitian (Azlansyah *et al.*, 2019) sehingga mengganggu kehidupan serangga dan dapat menyebabkan kematian serangga. Untuk menjawab hal ini, harus dilakukan penelitian-penelitian lebih lanjut untuk mendukung hasil dari penelitian ini.

Hasil yang didapatkan dalam penelitian ini dapat memperkaya dan menambah khasanah ilmu pengetahuan untuk memberikan informasi bahwasanya

senyawa *Pyrazine* dan *Benzeneacetic acid* juga dapat digunakan dalam sistem komunikasi serangga terutama sebagai penarik untuk lalat buah dan dapat digunakan untuk pengendalian lalat buah.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan dari hasil penelitian yang dilakukan dengan merujuk pada hipotesis, maka diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kandungan senyawa volatil yang terdapat di dalam ekstrak kulit jengkol antara lain *Pyrazine*, *tetrakis (1-methylethyl)*, *Benzeneacetic acid*, *3-tert.butyl-1-methyl-2-phenyl* dan *Pyrano (3,2a) carbazole, 3,11 dihydro-10 methoxy 3,3,8 trimethyl*.
2. Persentase preferensi lalat buah jantan terhadap aroma dari ekstrak kulit jengkol yaitu sebesar 64%, penolakan lalat buah jantan terhadap aroma dari ekstrak kulit jengkol yaitu sebesar 34% dan yang tidak memilih sebesar 2%.
3. Persentase preferensi lalat buah betina terhadap aroma dari ekstrak kulit jengkol yaitu sebesar 70%, sedangkan penolakan lalat buah betina terhadap aroma dari ekstrak kulit jengkol yaitu sebesar 30%.
4. Peranan aroma ekstrak kulit jengkol bersifat atraktan baik untuk lalat buah jantan maupun untuk lalat buah betina.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait dengan fungsi senyawa *Pyrazine* dan *Benzeneacetic acid* dalam sistem komunikasi serangga khususnya lalat buah, agar kedepannya dapat digunakan dalam upaya pengendalian hama lalat buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarningrum, T. B., A. Arthadi., H. Pratiknyo dan S. Priyatno. 2007. Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum*): Pengaruhnya sebagai Anti Makan dan terhadap Efisiensi Pemanfaatan Makanan Larva Instar V *Heliothis armigera*. *Jurnal Sains MIPA*. 13:165-170.
- Amir, S. D. 2014. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellebium jiringa*) terhadap Bilangan Peroksida Minyak Kelapa. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Antara, N. T. 1991. Pirazin: Sintesa, Analisis dan Sifat Flavornya. *Jurnal Warta IHP*. 8(2): 7-10.
- Atkins, M. D. 1980. *Introduction to Insect Behaviour*. London: Macmillan Publishing Co..
- Azlansyah., A. Rusdy and Hasnah. 2019. Concentration Test of Jengkol Skin Extract Against Armyworm *Spodoptera litura* F. at Laboratory. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*. 4(2): 161-167.
- Brévault, T and S. Quilici. 2007. Influence of Habitat Pattern on Orientation During Host Fruit Location in The Tomato Fruit Fly, *Neoceratitis cyanescens*. *Bulletin of Entomological Research*. 97(6): 637-642.
- ChEBI. 2018. *Phenylacetic Acid*. <https://www.ebi.ac.uk/chebi/chebiId=CHEBI:30745-Phenylacetic-Acid>. [diakses pada 20 September 2021].
- Chen, C., Y. J. Dong., C. T. Lie., K. Y. Lin and L. L. Cheng. 2006. Movement of the Oriental Fruit Fly, *Bactrocera dorsalis* (Hendel) (*Diptera: Tephritidae*) in a Guava Orchard with Special Reference to Its Population Changes. *Formosan Entomol*. 26: 143-159.
- Drew, R. A. I dan D. L. Hancock. 1994. The *Bactrocera dorsalis* Complex of Fruit Flies (*Diptera: Tephritidae: Dacinae*) in Asia. *Bulletin of Entomological Research*. 84(2).
- Dumalang, S dan M. Lengkong. 2011. Perilaku Kawin, Uji Respon dan Identifikasi Spesies Lalat Buah pada Belimbing, Ketapang dan Paria. *Jurnal Eugenia*. 17(3): 192-201.
- Genç, H and J. L. Nation. 2008. Survival and Development of *Bactrocera oleae* Gmelin (*Diptera:Tephritidae*) Immature Stages at Four Temperatures in the Laboratory. *African Journal of Biotechnology*. 7(14): 2495-2500.

- Hasanah, S. N., E. Rusmiyanto dan Mukarlina. 2019. Aktivitas Ekstrak Etanol Kulit Buah Jengkol (*Pithecellobium jiringa* (Jack) Prain.) sebagai Bioherbisida Gulma Bayam Duri (*Amaranthus spinosus* L.) dan Rumput Paitan (*Paspalum conjugatum* Berg.). *Jurnal Protobiont*. 8(3): 23-27.
- Hasyim, A., W. Setiawati dan L. Liferdi. 2014. Teknologi Pengendalian Hama Lalat Buah pada Tanaman Cabai. Balai Penelitian Tanaman Sayuran. Bandung. Indonesia.
- Herrero, P. 2012. Fruit Fly Behavior in Response to Chemosensory Signals. *Journal Peptides*. 38(2): 228-237.
- Hossain, M. A., L. Leblanc., M. Momen., M. A. Bari and A. A. Khan. 2019. Seasonal Abundance of Economically Important Fruit Flies (*Diptera: Tephritidae: Dacinae*) in Bangladesh, in Relation to Abiotic Factors and Host Plants. *Proceedings of the Hawaiian Entomological Society*. 51(2): 25-37.
- Husna, R. 2020. Ekstraksi Tanin dari Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa* (Jack) Prain) dengan Metode Maserasi, Sokletasi, dan Bantuan Microwave menggunakan Pelarut Etanol. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Indriyanti, D. R., Y. N. Isnaini dan B. Priyono. 2014. Identifikasi dan Kelimpahan Lalat Buah *Bactrocera* pada Berbagai Buah Terserang. *Jurnal Biosaintifika*. 6(1): 38-44. ISSN: 2085-191X.
- Isnaeni, W. 2006. *Fisiologi Hewan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Jelita., W. Basuki., Tamrin dan M. Lamek. 2019. Phytochemical Screening and Chemical Analysis of Ethanol Extract of Kari Leaves (*Murayya koeginii*) Using GC-MS Method. *Journal of Physics: Conf. Series* 1232012012.
- Kardinan, A. 2019. Prospek Insektisida Nabati Berbahan Aktif *Metil Eugenol* (C₁₂H₂₄O₂) sebagai Pengendali Hama Lalat Buah *Bactrocera* spp. (*Diptera* : *Tephritidae*). *Jurnal Perspektif*. 18(1): 16- 27. ISSN: 1412-8004
- Khan, M., R. Tahira and J. Howlader. 2011. Comparative Host Susceptibility, Oviposition, and Colour Preference of Two Polyphagous Tephritids: *Bactrocera cucurbitae* (Coq.) and *Bactrocera tau* (Walker). *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*. 7(3): 343-349.
- Klowden, M. J. 2002. *Physiological System in Insect*. Academic Press, London.
- Larasati, A., P. Hidayat dan D. Buchori. 2016. Kunci Identifikasi Lalat Buah (*Diptera: Tephritidae*) di Kabupaten Bogor dan Sekitarnya. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 13(1): 49-61. ISSN: 1829-7722.

- Leffingwell, J. C and E. D. Alford. 2005. Volatile Constituents of Perique Tobacco. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 4(2): 899-915.
- Lengkong, M dan C. S. Rante. 2019. Identifikasi Morfologi Lalat Buah *Bactrocera* spp. (Diptera: Tephritidae) di Kabupaten Minahasa. *Jurnal Entomologi dan Fitopatologi*. 1(1): 29-35. ISSN 2716-0564.
- Manurung, B., P. Prastowo dan E. E. Tarigan. 2012. Pola Aktivitas Harian dan Dinamika Populasi Lalat Buah *Bactrocera dorsalis* Kompleks pada Pertanaman Jeruk di Dataran Tinggi Kabupaten Karo Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal HPT Tropika*. 12(2): 103-110.
- Martin, F., B. Tamara., G. D. Carolina and A. Esther. 2013. Elements of Olfactory Reception in Adult *Drosophila melanogaster*. *The Anatomical Record*. 296: 1477-1488.
- Mawardi., Elfrida dan R. Fitri. 2018. Pengaruh Ekstrak Kulit Jengkol dan Daun Sri Rejeki terhadap Mortalitas Keong Mas (*Pomacea canaliculata*). *Jurnal Jeumpa*. 5(1): 56-64.
- Mayasari, I., Y. Fitriana., L. Wibowo dan Purnomo. 2019. Efektifitas Metil Eugenol terhadap Penangkapan Lalat Buah pada Pertanaman Cabai di Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Agrotek Tropika*. 7(1): 231-238.
- Nawawi, R. 2018. Kelimpahan Lalat Buah (*Diptera: Tephritidae*) pada Berbagai Jenis Buah-Buahan yang Terdapat di Pasar Tugu Bandar Lampung. *Skripsi*. Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
- Norin, T. 2007. Semiochemicals for Insect Pest Management. *Pure and Applied Chemistry*. 79(12): 2129-2136.
- Nugrawaty, S. 2017. Respon Kedatangan Ngengat *Spodoptera litura* Fabricus (*Lepidoptera: Noctuidae*) terhadap Senyawa Volatil yang Berasal dari Tanaman Inang. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Jember.
- Nurussakinah. 2010. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Kulit Buah Tanaman Jengkol (*Pithecellobium jiringa* (Jack) Prain) terhadap Bakteri *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, dan *Escherichia coli*. *Skripsi*. Fakultas Farmasi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Pitojo, S. 1992. *Budidaya dan Manfaat Jengkol*. Yogyakarta: Kanisius.
- Pradani F. Y. 2009. Indeks Pertumbuhan Larva *Aedes aegypti* L. yang Terdedah dalam Ekstrak Air Kulit Jengkol (*Pithecellobium lobatum*). *Jurnal Aspirator*. 1(2): 81-86.

- PubChem. 2004. PubChem Compound Summary for CID 9261, Pyrazine. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Pyrazine>. [diakses pada 20 September 2021].
- Refilda., T. O. Pranesa., S. Emil and Indrawati. 2018. Utilization of Fermented Ngapi Nut Peel (*Pithecellobium jiringa* prain) as Natural Fertilizer and Pesticides on Tomatoes (*Solanum lycopersicum* Mill) Plant. *Journal of Physics. Conf. Series*. 1116 042029, 1-9.
- Sahetapy, B., M. R. Uluputty dan L. Naibu. 2019. Identifikasi Lalat Buah Asal Tanaman Cabai dan Belimbing di Kecamatan Salahutu Kabupaten Maluku Utara. *Jurnal Agrikultura*. 30(2): 63-74. ISSN: 0853-2885.
- Sari, E. K. A. P., M. Affandi and H. Sucipto. 2020. Diversity of Fruit Flies (Tephritidae: *Bactrocera* spp.) in Campus C of Airlangga University, Surabaya, Indonesia. *Journal Treubia*. 47(2): 111-122.
- Sarjan, M., H. Yulistiono dan H. Haryanto. 2010. Kelimpahan dan Komposisi Spesies Lalat Buah pada Lahan Kering di Kabupaten Lombok Barat. *Jurnal Ilmiah Budidaya*. 3(2): 103-112.
- Scolari, F., V. Federica., B. Giovanni., T. P. Nikos and V. Lucie. 2021. Tephritid Fruit Fly Semiochemicals: Current Knowledge and Future Perspectives. *Journal Insects*. 12(5): 1-56.
- Simbolon, M. S., F. Z. Sitepu dan M. I. Pinem. 2017. Pengaruh Kulit Buah Jengkol (*Pithecellobium lobatum* (Jack) Prain) terhadap Tingkat Konsumsi Makan Tikus Sawah (*Rattus argentiventer* (Rob dan Kloss) di Laboratorium. *Jurnal Agroekoteknologi*. 5(2): 444-453.
- Siswandi. 2019. Uji Efektivitas Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) sebagai Biofungisida terhadap Penyebab Penyakit Layu Fusarium (*Fusarium oxysporum*), Antraknosa (*Colletotrichum capsici*) dan Bercak Daun (*Cercospora capsici*) pada Tanaman Cabai Merah (*Capsicum annum* L.) secara In-Vitro. *Skripsi*. Fakultas Pertanian. Universitas Medan Area.
- Siwi, S. S., P. Hidayat dan Suputa. 2006. *Taksonomi dan Bioekologi Lalat Buah Penting di Indonesia (Diptera: Tephritidae)*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Bioteknologi dan Sumberdaya Genetik Pertanian.
- Sohrab., C. S. Prasad and H. Wajid. 2018. Study on The Biology and Life Cycle of Cucurbit Fruit Fly, *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. SP1: 223-226. E-ISSN: 2278-4136.
- Suhaili, R., L. P. Ardi., E. Salim dan M. Efdi. 2020. Analisis GC-MS Ekstrak Tanaman Terfermentasi (ETT) dari Kulit Buah Jengkol (*Pithecellobium jiringa* Prain). *Chempublish Journal*. 5(1): 36-45.

- Sulistya. 2015. Efektivitas Model Perangkap Lalat Buah pada Pertanaman Jambu Biji Merah di Desa Sumberagung Bantul. *Jurnal Agros*. 17(2): 228-237.
- Sunarno. 2011. Ketertarikan Serangga Hama Lalat Buah Terhadap Berbagai Papan Perangkap Warna sebagai Salah Satu Teknik Pengendalian. *Jurnal Agroforestri*. 6(2): 130-134.
- Surya, A. 2017. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*) dengan Tiga Pelarut yang Berbeda Kepolaran. *Jurnal Rekayasa Sistem Industri*. 3(1): 88-96. ISSN: 2477-2089.
- Susanto, A., W. D. Natawigena., L. T. Puspasari dan N. I. N. Atami. 2018. Pengaruh Penambahan Beberapa Esens Buah pada Perangkap Metil Eugenol terhadap Ketertarikan Lalat Buah *Bactrocera dorsalis* Kompleks pada Pertanaman Mangga di Desa Pasirmuncang, Majalengka. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 22(2): 150-159.
- Tan, K.H. and R. Nishida. 2012. *Methyl eugenol*: its Occurrence, Distribution, and Role in Nature, Especially in Relation To Insect Behavior and Pollination. *Journal of Insect Science*. 12(56): 11-19. ISSN: 1536-2442.
- Tan, K. H., I. Tokushima., H. Ono and R. Nishida. 2011. Comparison of *Phenylpropanoid Volatiles* in Male *Rectal Pheromone Gland* After *Methyl Eugenol* Consumption, and Molecular Phylogenetic Relationship of Four Global Pest Fruit Fly Species: *Bactrocera invadens*, *Bactrocera dorsalis*, *Bactrocera correcta* and *Bactrocera zonata*. *Journal Chemoecology*. 21: 25-33.
- Wee, S. L and K. H. Tan. 2005. Male Endogenous Pheromonal Component of *Bactrocera carambolae* (Diptera: Tephritidae) Deterred Gecko Predation. *Journal Chemoecology*. 15: 199-203.
- Weems, H. V. Jr and T. R. Fasulo. 2012. A Guava Fruit Fly, *Bactrocera correcta* (Bezzi) (Insecta: Diptera: Tephritidae). http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/guava_fruit_fly.htm. [diakses pada 15 Maret 2021].
- Weems, H. V. Jr and T. R. Fasulo. 2014. Queensland fruit fly, *Bactrocera tryoni* (Froggatt) (Insecta: Diptera: Tephritidae). http://entnemdept.ufl.edu/creatures/fruit/tropical/queensland_fruit_fly.htm. [diakses pada 15 Maret 2021].
- White, I. M and M. M. Elson-Harris. 1992. *Fruit Flies of Economic Significance: Their Identification and Binomics*. CAB International: Wallingford, UK.
- Wigglesworth, V. R. 1972. *The Principles of Insect Physiology*. English Language Book Society and Chapman and Hall. London.

Zainurrosyadi, M. 2005. Masa Efektif dan Konsentrasi Ekstrak Bunga Selasih Ungu (*Ocimum Sanctum*) terhadap Daya Pikat Lalat Buah (*Bactrocera* spp.). *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Jember. Jember.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Pembuatan Ekstrak Kulit Jengkol (*Pithecellobium jiringa*)



Pengeringan kulit jengkol



Kulit jengkol kering



Penghalusan kulit jengkol



Filtrat ekstrak kulit jengkol



Filtrat di Rotary Evaporator



Ekstrak kental kulit jengkol

Lampiran 2. Rearing Serangga Uji *Bactrocera* sp. di Laboratorium

Jambu biji yang terserang
lalat buah



Buah diletakkan ke dalam box
plastik



Proses rearing serangga uji
di laboratorium



Pupa lalat buah hasil rearing

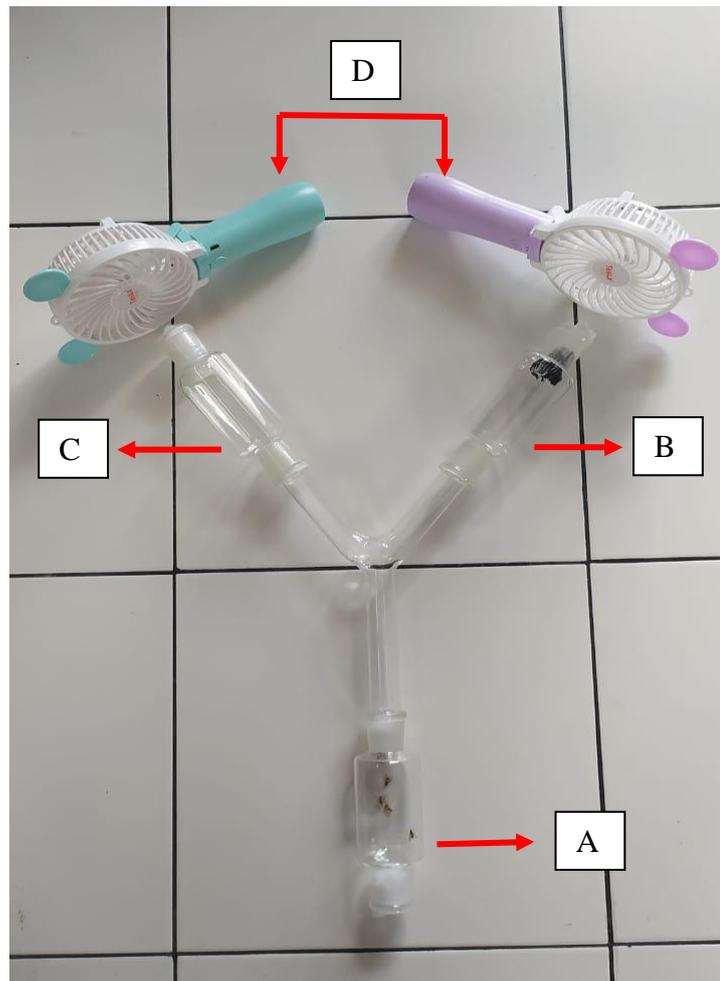


Pupa dimasukkan kedalam
kotak pemeliharaan



Imago lalat buah hasil rearing

Lampiran 3. Rangkaian Alat Olfaktometer Saat Pengujian



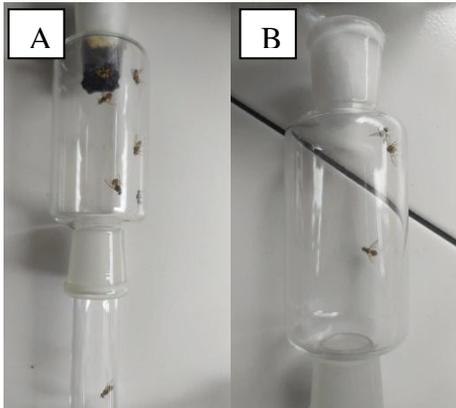
Keterangan:

- A. Dasar tabung olfaktometer (serangga uji dimasukkan ke dalam dasar tabung)
- B. Lengan perlakuan ekstrak
- C. Lengan kontrol (tanpa perlakuan)
- D. Kipas angin kecil

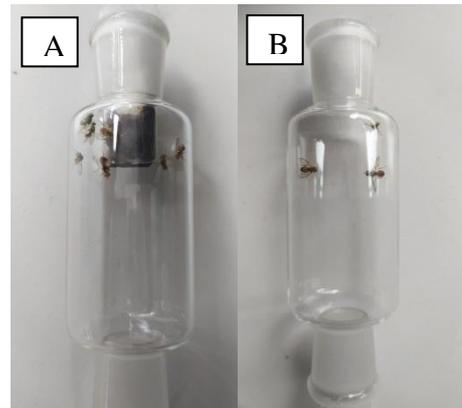
Keterangan dimensi instrumen olfaktometer:

- Panjang keseluruhan : 50 cm
- Panjang lengan Y : 15 cm
- Panjang tabung silinder : 12 cm
- Diameter tabung silinder : 5 cm

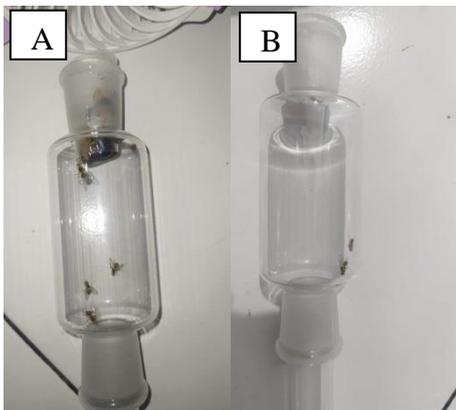
Lampiran 4. Hasil Preferensi Lalat Buah Jantan terhadap Ekstrak Kulit Jengkol



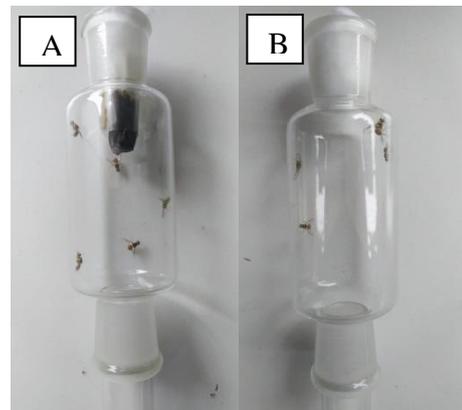
1. (A). Lengan perlakuan ekstrak (7)
(B). Lengan kontrol (3)



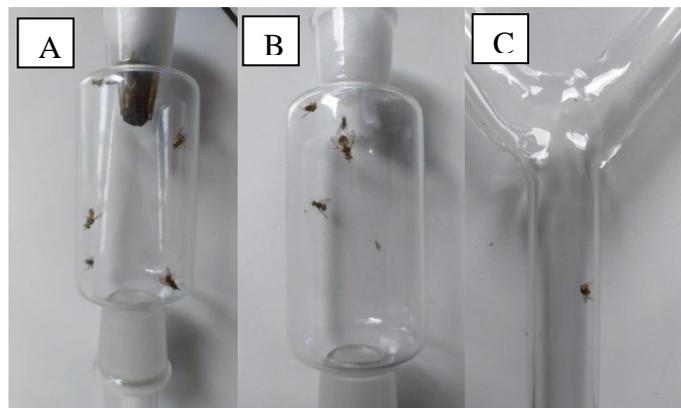
2. (A). Lengan perlakuan ekstrak (7)
(B). Lengan kontrol (3)



3. A. Lengan perlakuan ekstrak (6)
(B). Lengan kontrol (4)

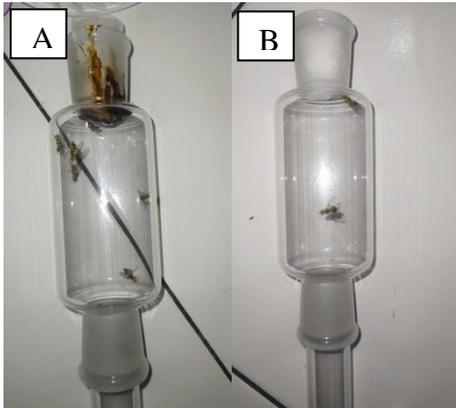


4. (A). Lengan perlakuan ekstrak (7)
(B). Lengan kontrol (3)

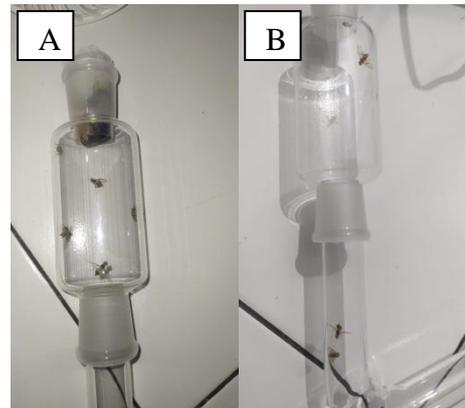


5. (A). Lengan perlakuan ekstrak (5)
(B). Lengan kontrol (4)
(C). Tidak memilih (1)

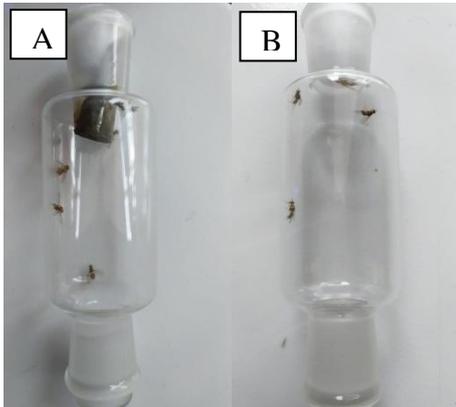
Lampiran 5. Hasil Preferensi Lalat Buah Betina terhadap Ekstrak Kulit Jengkol



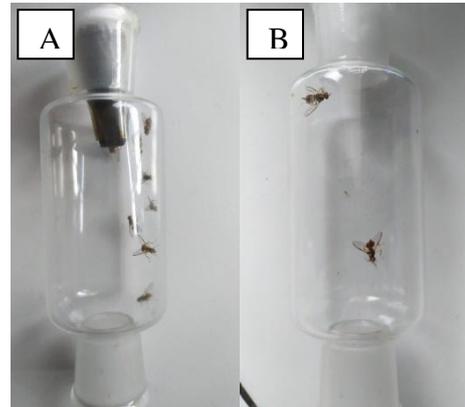
1. (A). Lengan perlakuan ekstrak (6)
(B). Lengan kontrol (4)



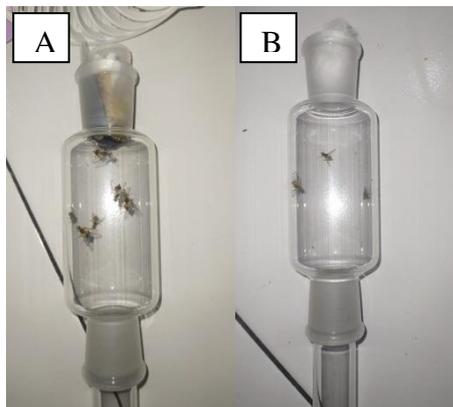
2. (A). Lengan perlakuan ekstrak (8)
(B). Lengan kontrol (2)



3. (A). Lengan perlakuan ekstrak (7)
(B). Lengan kontrol (3)



4. (A). Lengan perlakuan ekstrak (8)
(B). Lengan kontrol (2)

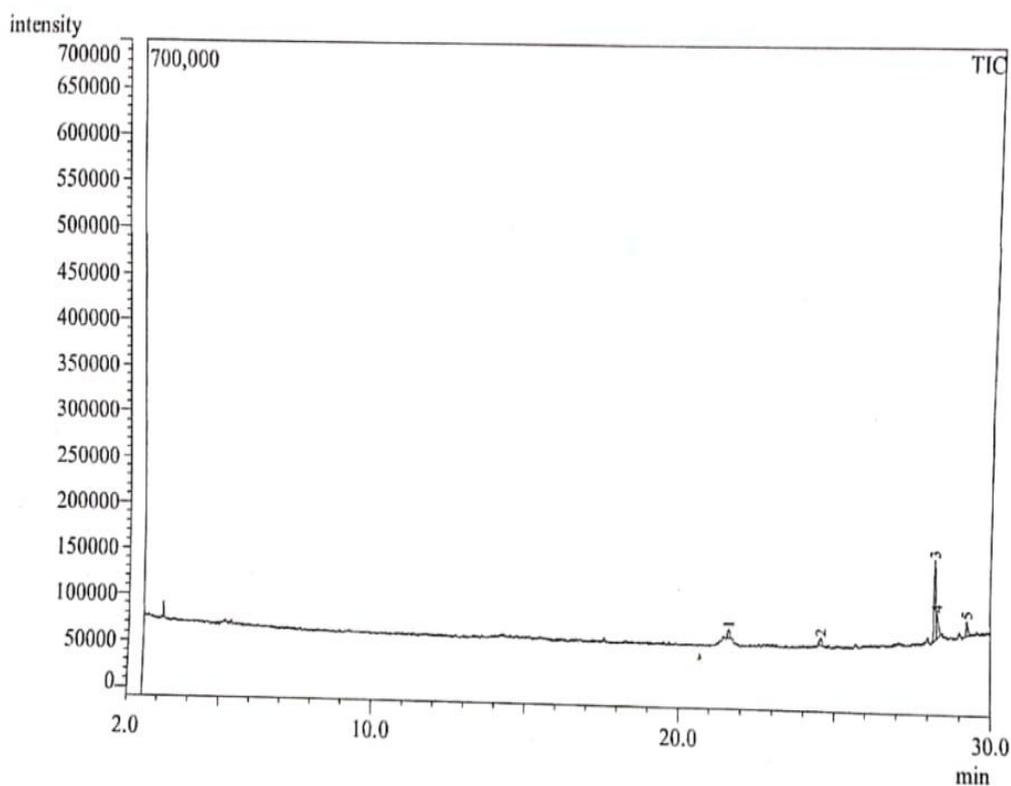


5. (A). Lengan perlakuan ekstrak (6)
(B). Lengan kontrol (4)

Lampiran 6. Hasil Analisa GCMS Kandungan Senyawa Ekstrak Kulit Jengkol

Sample Information

Analyzed by : Admin
 Analyzed : 8/4/2021
 Level # : 1
 Sample Name : 258 Sampel pelayanan no 250
 Sample ID :
 IS Amount : [1]=1
 Vial # : 3
 Injection Volume : 1
 Data File : C:\GCMSsolution\Data\Data File\Asam Lemak\2021\258 Sampel pelayanan no 250.qgd
 Method File : C:\GCMSsolution\Data\Method\Asam Lemak\citronella.qgm
 Report File : C:\GCMSsolution\Data\Format Laporan\format laporan alida.qgr
 Tuning File : C:\GCMSsolution\Data\Tuning\2021\Agustus\04.qgt
 Modified by : Admin
 Modified : 8/5/2021 4:11:58 PM



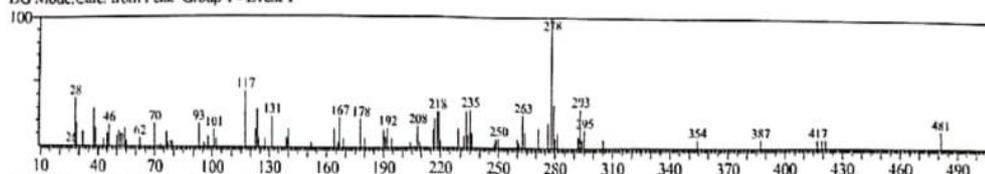
Peak#	R.Time	Height	Area	Area%	Name
1	21.625	9813	34851	5.74	
2	24.585	8934	35481	5.84	10-methoxy-3,3,8-trimethyl-3H,1H-pyrano[3,2-a]carbazole
3	28.237	86517	374580	61.64	Pyrazine, tetrakis(1-methylethyl)- (CAS) TETRAISOPROPYLPYRAZINE
4	28.308	25963	98584	16.22	Benzeneacetic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-, methyl ester (CAS) Methyl 3-methoxy-
5	29.254	16208	64164	10.56	1H-INDOL, 3-TERT.BUTYL-1-METHYL-2-PHENYL-
		147435	607660	100.00	

C:\GCMSolution\Data\Data File\Asam Larnak\2021\258_Sampel pelayanan no 250.qgd

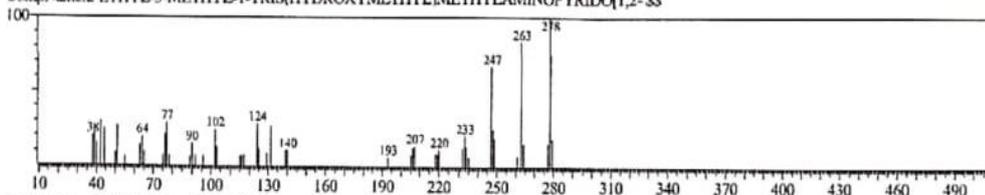
Similarity Search Result

<< Target >>

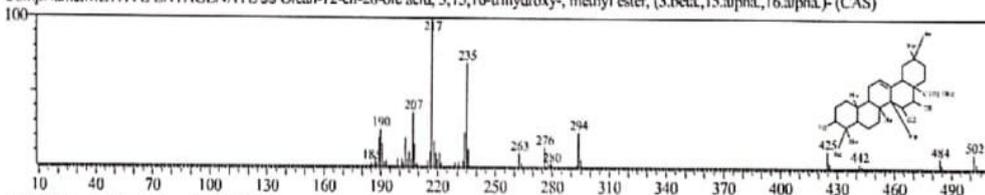
Line#:1 R.Time:21.625(Scan#:2296) MassPeaks:88
RawMode:Averaged 21.617-21.633(2295-2297) BasePeak:278.00(500)
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



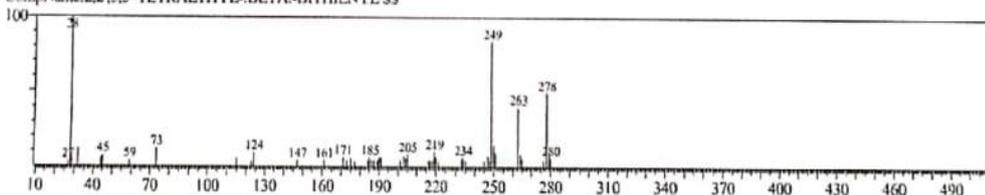
Hit#:1 Entry:256735 Library:WILEY7.LIB
SI:41 Formula:C19H22N4O3 CAS:0-00-0 MolWeight:354 RetIndex:0
CompName:2-ETHYL-3-METHYL-1-TRIS(HYDROXYMETHYL)METHYLAMINOPYRIDO[1,2-SS



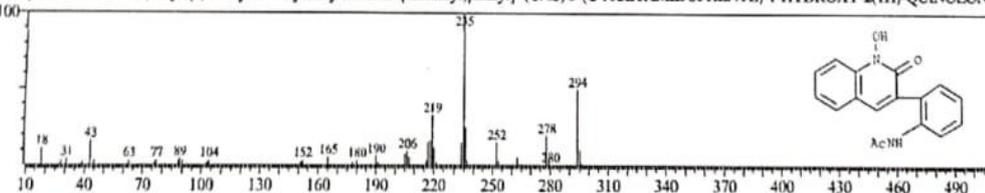
Hit#:2 Entry:317088 Library:WILEY7.LIB
SI:39 Formula:C31H50O5 CAS:56114-49-9 MolWeight:502 RetIndex:0
CompName:METHYL ENTAGENATE \$\$ Olean-12-en-28-oic acid, 3,15,16-trihydroxy-, methyl ester, (3.beta.,15.alpha.,16.alpha.)- (CAS)



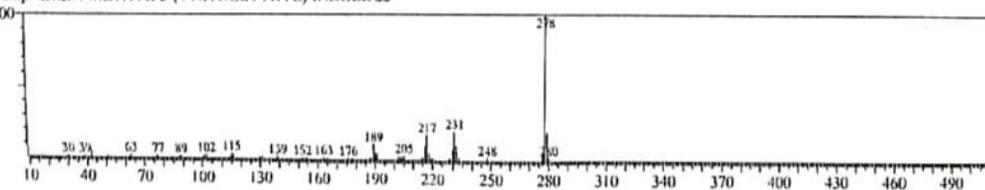
Hit#:3 Entry:188316 Library:WILEY7.LIB
SI:39 Formula:C16H22S2 CAS:0-00-0 MolWeight:278 RetIndex:0
CompName:2,2',5,5'-TETRAETHYL-BETA-BITHIENYL \$\$



Hit#:4 Entry:205031 Library:WILEY7.LIB
SI:38 Formula:C17H14N2O3 CAS:54833-78-2 MolWeight:294 RetIndex:0
CompName:Acetamide, N-[2-(1,2-dihydro-1-hydroxy-2-oxo-3-quinolinylo)phenyl]- (CAS) 3-(O-ACETAMIDOPHENYL)-1-HYDROXY-2(1H)-QUINOLONE

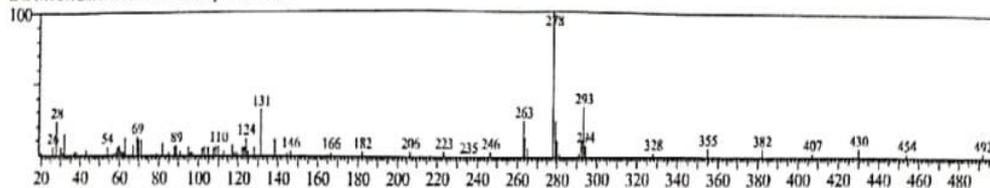


Hit#:5 Entry:188372 Library:WILEY7.LIB
SI:38 Formula:C17H14N2O2 CAS:0-00-0 MolWeight:278 RetIndex:0
CompName:N-METHYL-5-(4-NITROSTYRYL)-INDOLE \$\$



<< Target >>

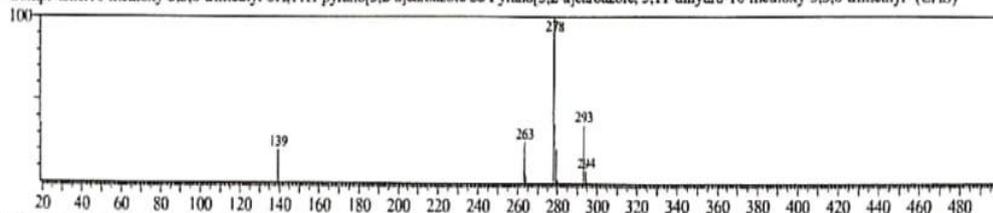
Line#:2 R.Time:24.583(Scan#:2651) MassPeaks:81
 RawMode:Averaged 24.575-24.592(2650-2652) BasePeak:278.00(1244)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:204292 Library:WILEY7.LIB

SI:53 Formula:C19 H19 N O2 CAS:115070-28-5 MolWeight:293 RetIndex:0

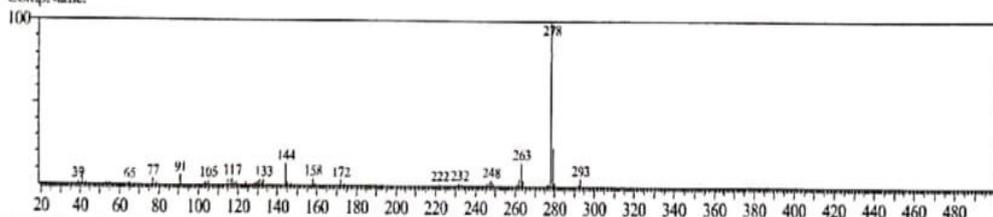
CompName:10-methoxy-3,3,8-trimethyl-3H,1H-pyrido[3,2-a]carbazole SS Pyrano[3,2-a]carbazole, 3,11-dihydro-10-methoxy-3,3,8-trimethyl- (CAS)



Hit#:2 Entry:204367 Library:WILEY7.LIB

SI:50 Formula:C21 H27 N CAS:0-00-0 MolWeight:293 RetIndex:0

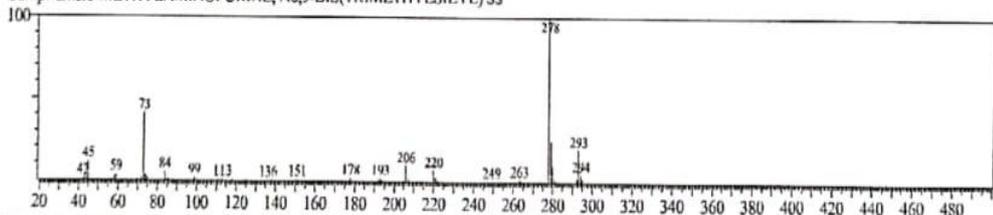
CompName:



Hit#:3 Entry:203915 Library:WILEY7.LIB

SI:48 Formula:C12 H23 N5 Si2 CAS:0-00-0 MolWeight:293 RetIndex:0

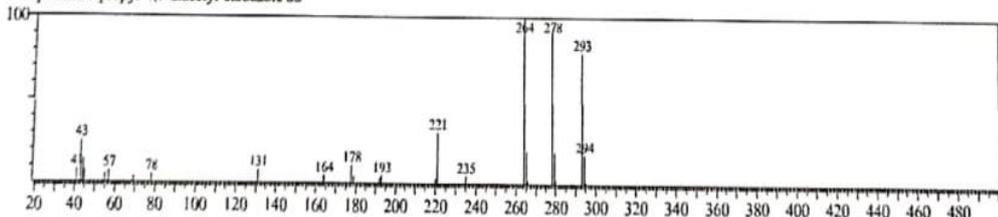
CompName:6-METHYLAMINOPURINE, N6,9-BIS(TRIMETHYLSILYL) SS



Hit#:4 Entry:204285 Library:WILEY7.LIB

SI:48 Formula:C19 H19 N O2 CAS:0-00-0 MolWeight:293 RetIndex:0

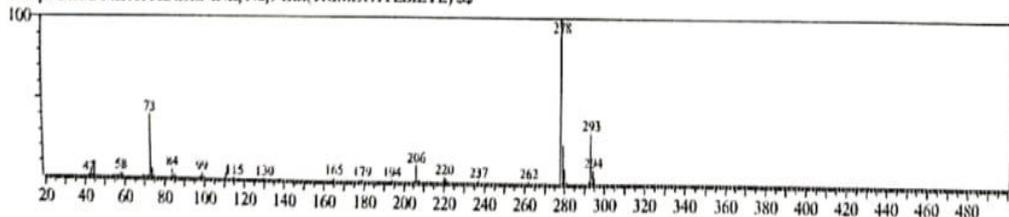
CompName:1-propyl-4,7-diacetyl-carbazole SS



Hit#:5 Entry:203913 Library:WILEY7.LIB

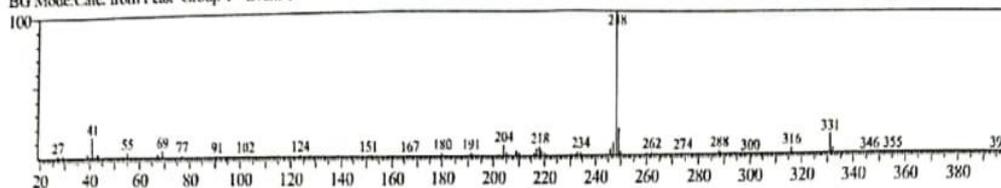
SI:48 Formula:C12 H23 N5 Si2 CAS:0-00-0 MolWeight:293 RetIndex:0

CompName:2-METHYLADENINE, N6,9-BIS(TRIMETHYLSILYL) SS



<< Target >>

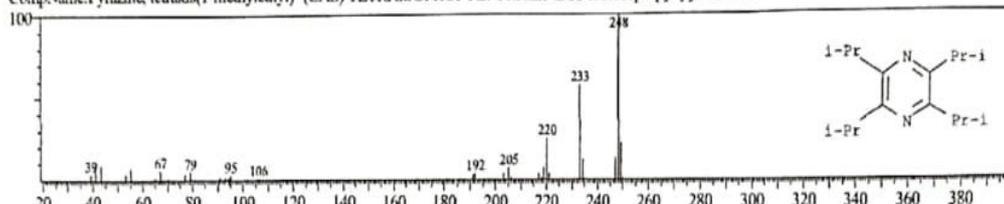
Line#:3 R.Time:28.233(Scan#:3089) MassPeaks:194
 RawMode:Averged 28.225-28.242(3088-3090) BasePeak:248.00(22317)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:155156 Library:WILEY7.LIB

SI:73 Formula:C16 H28 N2 CAS:72119-29-0 MolWeight:248 RetIndex:0

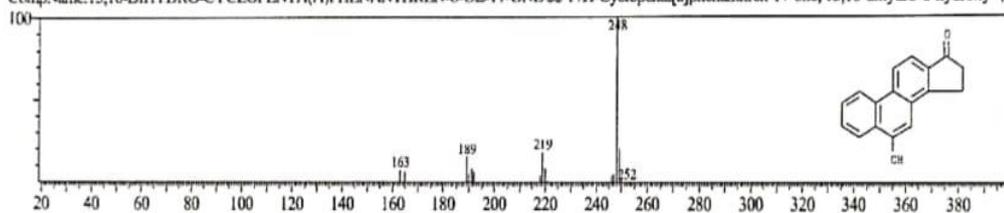
CompName:Pyrazine, tetrakis(1-methylethyl)- (CAS) TETRAISOPROPYLPYRAZINE SS tetraisopropyl pyrazine SS



Hit#:2 Entry:154779 Library:WILEY7.LIB

SI:69 Formula:C17 H12 O2 CAS:24684-45-5 MolWeight:248 RetIndex:0

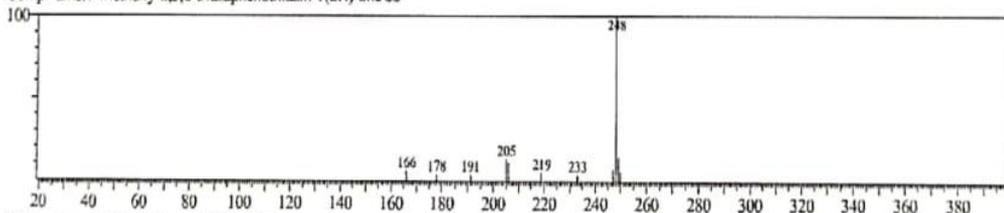
CompName:15,16-DIHYDRO-CYCLOPENTA(A)PHENANTHREN-6-OL-17-ONE SS 17H-Cyclopenta[a]phenanthren-17-one, 15,16-dihydro-6-hydroxy- (C



Hit#:3 Entry:153624 Library:WILEY7.LIB

SI:68 Formula:C10 H8 N4 O2 S CAS:0-00-0 MolWeight:248 RetIndex:0

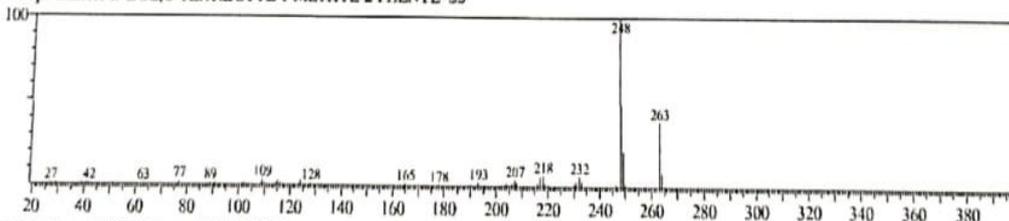
CompName:7-Methoxy-2,3,6-triazaphenothiazin-1(2H)-one SS



Hit#:4 Entry:171884 Library:WILEY7.LIB

SI:68 Formula:C19 H21 N CAS:0-00-0 MolWeight:263 RetIndex:0

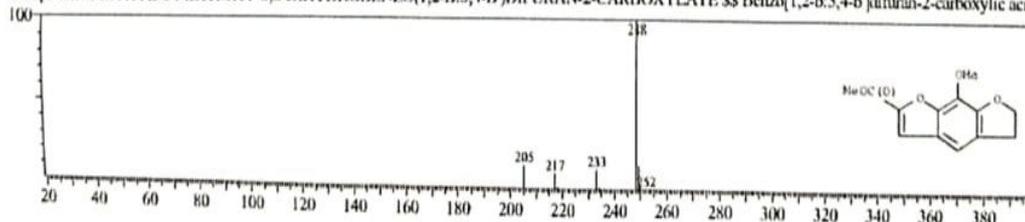
CompName:1H-INDOL, 3-TERT.BUTYL-1-METHYL-2-PHENYL- SS



Hit#:5 Entry:153975 Library:WILEY7.LIB

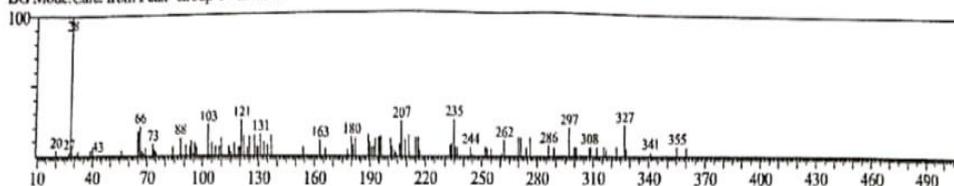
SI:67 Formula:C13 H12 O5 CAS:68454-42-2 MolWeight:248 RetIndex:0

CompName:METHYL 8-METHOXY-5,6-DIHYDROBENZO(1,2-B:5,4-B')DIFURAN-2-CARBOXYLATE SS Benzo[1,2-b:5,4-b']difuran-2-carboxylic acid,



<< Target >>

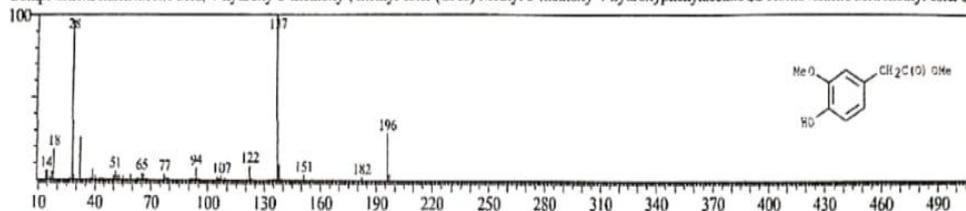
Line#:4 R.Time:28.308(Scan#:3098) MassPeaks:110
 RawMode:Averged 28.300-28.317(3097-3099) BasePeak:28.05(565)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:89593 Library:WILEY7.LIB

SI:39 Formula:C10 H12 O4 CAS:15964-80-4 MolWeight:196 RetIndex:0

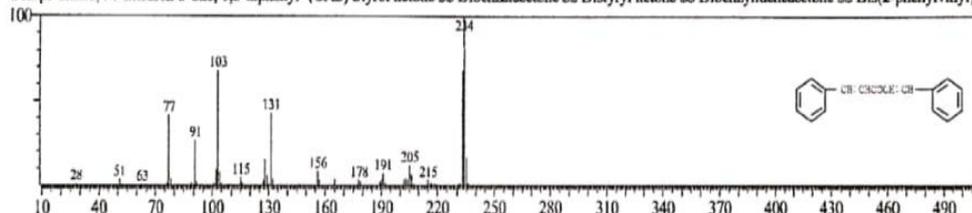
CompName:Benzoacetic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-, methyl ester (CAS) Methyl 3-methoxy-4-hydroxyphenylacetate \$\$ Homovanillic acid methyl ester \$\$



Hit#:2 Entry:138623 Library:WILEY7.LIB

SI:38 Formula:C17 H14 O CAS:538-58-9 MolWeight:234 RetIndex:0

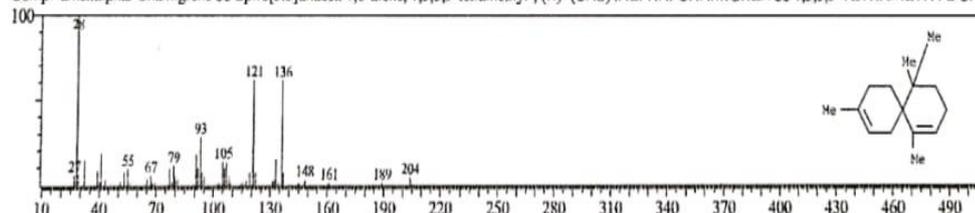
CompName:1,4-Pentadien-3-one, 1,5-diphenyl-, (CAS) Styrol ketone \$\$ Dibenzalacetone \$\$ Distyryl ketone \$\$ Dibenzylideneacetone \$\$ Bis(2-phenylvinyl) k



Hit#:3 Entry:100765 Library:WILEY7.LIB

SI:38 Formula:C15 H24 CAS:19912-83-5 MolWeight:204 RetIndex:0

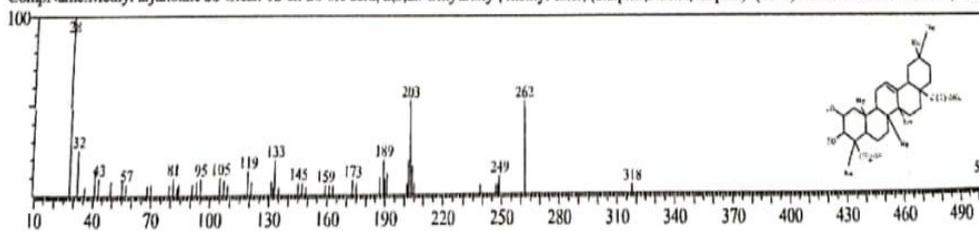
CompName:.alpha.-Chamigrene \$\$ Spiro[5.5]undeca-1,8-diene, 1,5,5,9-tetramethyl-, (R)- (CAS) .ALPHA.-CHAMIGRENE \$\$ 1,5,5,9-TETRAMETHYL-SPIF



Hit#:4 Entry:317165 Library:WILEY7.LIB

SI:37 Formula:C31 H50 O5 CAS:22452-82-0 MolWeight:502 RetIndex:0

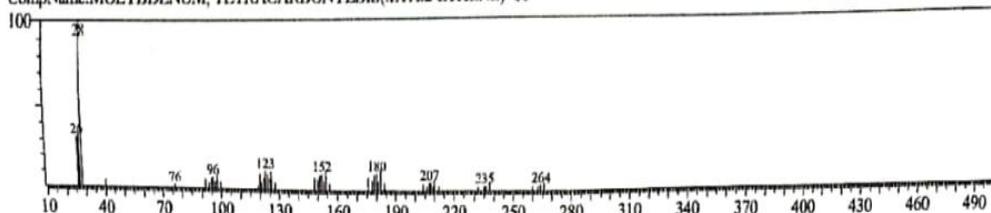
CompName:Methyl arjunolate \$\$ Olean-12-en-28-oic acid, 2,3,23-trihydroxy-, methyl ester, (2.alpha.,3.beta.,4.alpha.)- (CAS) Olean-12-en-28-oic acid, 2,alph



Hit#:5 Entry:174290 Library:WILEY7.LIB

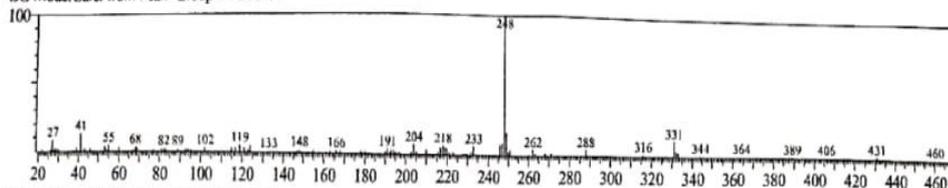
SI:37 Formula:C8 H8 MO O4 CAS:93221-04-6 MolWeight:266 RetIndex:0

CompName:MOLYBDENUM, TETRACARBONYLBIS(ETA.2-ETHENE)- \$\$

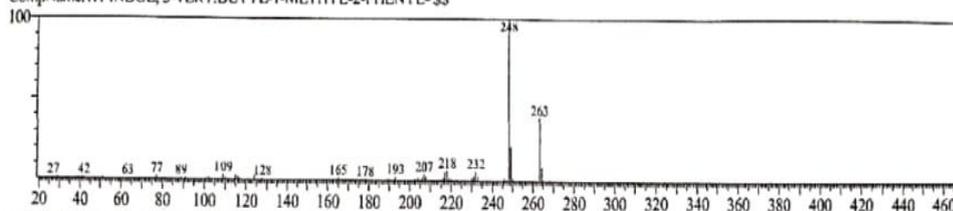


<< Target >>

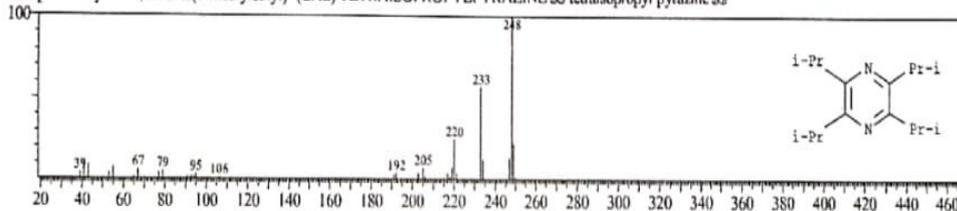
Line#:5 R.Time:29.250(Scan#:3211) MassPeaks:145
 RawMode:Averaged 29.242-29.258(3210-3212) BasePeak:248.00(4287)
 BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



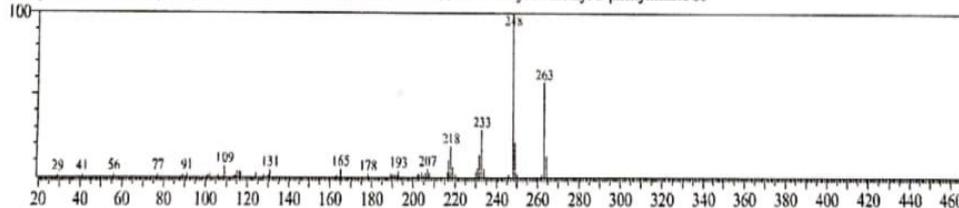
Hit#:1 Entry:171884 Library:WILEY7.LIB
 SI:68 Formula:C19 H21 N CAS:0-00-0 MolWeight:263 RetIndex:0
 CompName:1H-INDOL, 3-TERT.BUTYL-1-METHYL-2-PHENYL- \$\$



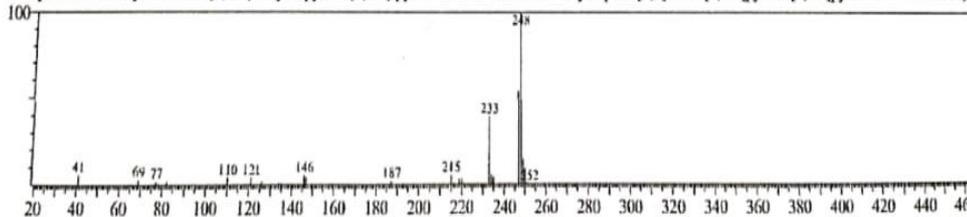
Hit#:2 Entry:155156 Library:WILEY7.LIB
 SI:65 Formula:C16 H28 N2 CAS:72119-29-0 MolWeight:248 RetIndex:0
 CompName:Pyrazine, tetrakis(1-methylethyl)- (CAS) TETRAISOPROPYL PYRAZINE \$\$ tetraisopropyl pyrazine \$\$



Hit#:3 Entry:171983 Library:WILEY7.LIB
 SI:64 Formula:C19 H21 N CAS:0-00-0 MolWeight:263 RetIndex:0
 CompName:1H-INDOL, 2-TERT.BUTYL-1-METHYL-3-PHENYL- \$\$ 2-tert-Butyl-N-methyl-3-phenylindole \$\$



Hit#:4 Entry:153897 Library:WILEY7.LIB
 SI:62 Formula:C12 H12 N2 S2 CAS:102254-60-4 MolWeight:248 RetIndex:0
 CompName:trimethylene thieno[2,3-d]-dihydropyrrolo[1,2-a]pyrimidin-4(1H)-thione \$\$ 10H-Cyclopenta[4,5]thieno[2,3-d]pyrrolo[1,2-a]pyrimidine-10-thione, 1,



Hit#:5 Entry:153975 Library:WILEY7.LIB
 SI:62 Formula:C13 H12 O5 CAS:68454-42-2 MolWeight:248 RetIndex:0
 CompName:METHYL 8-METHOXY-5,6-DIHYDROBENZO(1,2-B:5,4-B')DIFURAN-2-CARBOXYLATE \$\$ Benzo[1,2-b:5,4-b']difuran-2-carboxylic acid,

