PROFIL SENYAWA ORGANIK PENYUSUN TUTUP SARANG JULANG EMAS (*Rhyticeros undulatus*) MENGGUNAKAN METODE GC-MS DI GUNUNG UNGARAN JAWA TENGAH

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat

untuk memperoleh gelar Sarjana Sains

Program Studi Biologi

oleh

Eva Faradella
4411413008

JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

2020

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa skripsi saya yang berjudul "**Profil Senyawa Organik Utama Penyusun Tutup Sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) Menggunakan Metode GC-MS di Gunung Ungaran, Jawa Tengah**" disusun berdasarkan hasil penelitian saya dengan arahan dosen pembimbing. Sumber informasi atau kutipan yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka di bagian akhir skripsi ini. Skripsi ini belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar dalam progam sejenis di perguruan tinggi manapun.

Semarang, 12 Februari 2020

METERAI TEMPEL
7D769AFF900148879
6000
ENAM RIBU RUPIAH

Eva Faradella
4411413008

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul :

Profil Senyawa Organik Utama Penyusun Tutup Sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus)* Menggunakan Metode GC-MS di Gunung Ungaran, Jawa Tengah

Disusun oleh :

Eva Faradella

4411413008

Telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang,

pada tanggal : 14 Januari 2020

Panitia ujian :

Ketua

Dr. Sugianto, M.Si
NIP. 196102191993031001

Sekretaris

Dr. dr. Nugrahaningsih WH., M.Kes
NIP. 196907091998032001

Penguji Utama

Talitha Widiatningrum, S.Si, M.Si, Ph.D
NIP. 198009292005012004

Anggota Penguji / Pembimbing I

Dr. Margareta Rahayuningsih, M.Si
NIP. 197001221997032003

Anggota Penguji / Pembimbing II

Prof. Dr. Siti Harnina Bintari, M.S
NIP. 196008141987102001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

Hidup hanya sekali, jadilah manusia baik dan bermanfaat untuk orang lain.

PERSEMBAHAN

Dalam keridhoan Allah SWT skripsi ini saya persembahkan teruntuk mereka yang selalu mendo'akan dan memberikan dukungan, Ayah, Ibu dan Adikku.

ABSTRAK

Faradella, Eva. 2019. Profil Senyawa Organik Penyusun Tutup Sarang Julang Emas Menggunakan Metode GC-MS Di Gunung Ungaran, Jawa Tengah. Skripsi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Dr. Margareta Rahayuningsih, M.Si dan Prof. Dr. Siti Harnina Bintari, M.S.

Kata Kunci : Julang Emas, Tutup Sarang Julang Emas, Senyawa Organik, GC-MS, *n-heksan*

Burung Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) bersarang dalam celah pohon dengan tutup sarang yang terbuat dari komponen tanah, serasah kayu, sisa pakan, dan air liur burung tersebut. Struktur padat dan kokoh pada tutup sarang didukung oleh adanya kandungan karbohidrat dan lipid dalam pengujian preliminari proksimatnya. Selain itu, diduga terdapat senyawa organik yang berperan dalam menjaga keutuhan tutup sarang selama masa bersarang yang berkaitan dengan lingkungan mikroorganik sarang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis profil senyawa organik menggunakan pelarut *n-heksan* dengan metode GC-MS.

Penelitian ini menggunakan sampel tutup sarang Julang Emas yang diambil di stasiun Kalisidi dan stasiun Nglimut pada tahun 2016 dan 2017 setelah masa *breeding*. Sampel diekstrak menggunakan pelarut *n-heksan* dengan metode sokhletasi, kemudian dianalisis dan diidentifikasi jenis senyawanya menggunakan metode GC-MS. Selanjutnya data hasil GC-MS ditelusuri secara deskriptif untuk mengetahui golongan dan peranan senyawanya.

Berdasarkan hasil analisis GC-MS, senyawa yang teridentifikasi pada tutup sarang berjumlah 103 jenis senyawa. Sebanyak 70 jenis senyawa teridentifikasi pada sampel tutup sarang di stasiun Kalisidi, sementara pada sampel tutup sarang di stasiun Nglimut teridentifikasi sebanyak 51 jenis senyawa. Golongan sesquiterpenoid merupakan golongan senyawa dominan diikuti oleh golongan senyawa alkana rantai lurus dan asam lemak. Dari 103 senyawa, 58 diantaraya merupakan senyawa metabolit sekunder yang diduga dihasilkan oleh tumbuhan yang sebagian besar termasuk famili Rutaceae dan Palmae.

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala rahmat dan anugerah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul: "Profil Senyawa Organik Utama Penyusun Tutup Sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) Menggunakan Metode GC-MS di Gunung Ungaran, Jawa Tengah". Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian payung Dr. Margareta Rahayuningsih, M.Si.

Penyusunan skripsi ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada:

1. Rektor Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan studi strata 1 Jurusan Biologi FMIPA Unnes.
2. Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberi ijin untuk melaksanakan penelitian.
3. Ketua Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan kemudahan dan kelancaran dalam menyelesaikan penyusunan skripsi ini.
4. Dr. Margareta Rahayuningsih, M.Si. sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan kesempatan dan kepercayaan kepada penulis menjadi bagian dalam penelitian payung serta telah banyak mengarahkan dan membimbing penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Prof. Dr. Siti Harnina Bintari, M.S. sebagai dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan arahan dan masukan pada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ibu Talitha Widiatningrum, S.Si., M.Si., Ph.D. sebagai dosen penguji yang berkenan menelaah dan memberikan masukan yang sangat berarti dalam penyusunan skripsi ini.
7. Dr. dr. Nugrahaningsih W.H., M.Kes. sebagai dosen wali yang sangat perhatian dan penuh kesabaran mengarahkan untuk segera menyelesaikan skripsi ini.
8. Teknisi laboratorium Kimia dan Biologi FMIPA Unnes dan laboratorium Kimia FMIPA UGM.

9. Seluruh staf dan pengajar Fakultas MIPA khususnya jurusan Biologi Unnes yang telah memberikan bantuan dan ilmu pengetahuan.
10. Kedua orang tuaku, Bapak Matnuri dan Ibu Sutarni, serta adikku Nadhif Hilman Aufa, juga keluarga besar yang telah mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis selama menyelesaikan studi strata 1 di Unnes.
11. Sahabat lapanganku Firman Heru Kurniawan, Yanuar Revandi, Muhammad Nafi Adawami, Jamaludin Dahlan, Bapak Jayus, Bapak Ngadi, Bapak Min, Arista Prasetyo, Raka Aditya Pramudandya, Muhamad Anwarudin Zuhri dan teman-teman lain yang telah banyak membantu penelitian penulis di lapangan.
12. Sahabat tersayang Eny Santiati, Rina Rahmawati, Desty Ratna Puspitasari, Retno Wulandari dan Riska Damayanti yang telah menemani, memberikan semangat dan motivasi.
13. Keluarga besar Pelatuk BSC Unnes sebagai keluarga kedua sekaligus tempat belajar mengenai konservasi burung di alam.
14. Sahabat rombel Prodi Biologi angkatan 2013 yang menemani dan memberikan semangat sampai akhir penulisan skripsi ini.

Semoga segala bantuan dan dukungan yang diberikan kepada penulis dapat menjadi amal baik dan mendapatkan berkah Allah SWT. Akhirnya penulis mengucapkan terimakasih kepada pembaca yang telah berkenan membaca skripsi ini. Semoga melalui tulisan ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Semarang, Januari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL ……
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI ……...…… i
PENGESAHAN ……...…….…… ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN …… iii
ABSTRAK ……...…….…… iv
KATA PENGANTAR ……...…….. v
DAFTAR ISI ……...……. vii
DAFTAR GAMBAR ……...…… viii
DAFTAR TABEL ……...……. viiii
DAFTAR LAMPIRAN ……...……. x
BAB I PENDAHULUAN ……...……. 1
1.1 Latar Belakang ……...…… 1
1.2 Rumusan Masalah ……...…… 3
1.3 Penegasan Istilah ……...…….. 3
1.4 Tujuan Penelitian ……...……. 4
1.5 Manfaat Penelitian ……...…….. 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA ……...…….. 5
2.1 Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) ……..... 5
2.2 Sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) ……..... 6
2.3 Senyawa Organik pada Sarang ……...…… 8
2.4 Metode Analisis GC-MS ……...…….…… 11
2.5 Kerangka Berpikir ……...…….…….. 13
BAB III METODE PENELITIAN ……...….…….. 14
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian ……...…….. 14
3.2 Populasi dan Sampel ……...…… 14
3.3 Rancangan Penelitian ……...…….. 15
3.4 Alat dan Bahan Penelitian ……...…… 15
3.5 Metode Penelitian ……...…… 15
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN ……..... 18
4.1 Hasil Penelitian ……...…… 18
4.2 Pembahasan ……...……. 25
BAB V PENUTUP ……...…… 31
5.1 Simpulan ……...……..... 31
5.2 Saran ……...…… 31
DAFTAR PUSTAKA ……...…… 32
LAMPIRAN ……...……..... 35

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Halaman
2.1	Julang Emas jantan ……..	5
2.2	Sarang Julang Emas di Gunung Ungaran pada saat *breeding* ……..	7
2.3	Skema analitik GC-MS ……...……..	11
2.4	Kerangka berpikir penelitian profil senyawa organik utama penyusun tutup sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) menggunakan metode GC-MS di Gunung Ungaran…….	13
3.1	Alur dan tahapan penelitian tentang profil senyawa organik utama penyusun tutup sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) menggunakan metode GC-MS di Gunung Ungaran……..	15
3.2	Skema alat ekstraksi sokletasi……...…….....	16

DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

4.1 Hasil pengukuran parameter lingkungan sekitar sarang Julang Emas……... 18

4.2 Senyawa yang teridentifikasi dari sampel tutup sarang Julang Emas per stasiun pengambilan tiap tahun ……... 19

4.3 Jumlah senyawa berdasarkan golongan pada tutup sarang Julang Emas per stasiun tiap tahun pengambilan ……. 20

4.4 Konsentrasi senyawa dikelompokan berdasarkan golongan per stasiun pengambilan tiap tahun ……..... 21

4.5 Senyawa metabolit sekunder dengan famili tumbuhan sumber isolasi pada tutup sarang Julang Emas …….. 23

4.6 Senyawa organik yang mempunyai aktivitas antimikroba, insektisida alami dan sebagai senyawa metabolit sekunder bakteri pada tutup sarang Julang Emas ……... 25

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

1 Kromatogram Hasil Analisis GC-MS Tutup Sarang Julang Emas Stasiun Kalisidi dan Stasiun Nglimut tahun 2016 dan 2017 ……..... 35

2 Senyawa Organik Penyusun Tutup Sarang Julang Emas Dikelompokkan Berdasarkan Golongan Senyawa dengan Konsentrasi tiap Stasiun per Tahun Ditemukan …….. 37

3 Senyawa Organik Penyusun Tutup Sarang Julang Emas yang Teridentifikasi sebagai Metabolit Sekunder dan Minyak Esensial Tumbuhan …….…….…….…….. 40

4 SK Dosen Pembimbing ……...…….. 42

5 Dokumentasi ……..…….. 43

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gunung Ungaran merupakan wilayah penting bagi kehidupan burung di Indonesia, khususnya di Jawa Tengah. Salah satu jenis burung yang ditemukan di Gunung Ungaran yaitu Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) yang termasuk dalam famili Bucerotidae. Julang Emas merupakan jenis burung yang dilindungi menurut UU No. 5/1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam dan Ekosistem, UU No. 7/1999 tentang Preservasi Tumbuhan dan Hewan, dan UU Kemenhut No. 57/Menhut-II/2008. Selain itu, menurut *Convention on International Trade of Endangered Species of Wild Fauna and Flora* (CITES), Julang Emas dikategorikan dalam ketegori Appendix II yaitu fauna yang hanya boleh diperdagangkan dalam kondisi tertentu, seperti untuk keperluan penelitian.

Hasil penelitian Rahayuningsih dan Kartijono (2013) menunjukkan jumlah populasi Julang Emas di Gunung Ungaran berkisar antara 12–23 ekor/km^2. Sedangkan berdasarkan observasi tahun 2010 hingga 2016, terdapat 10 titik sarang yang berhasil ditemukan di wilayah Gunung Ungaran, yang terdiri dari 6 titik sarang aktif dan 4 titik sarang sudah tidak aktif (Rahayuningsih *et al.*, 2016). Beberapa titik sarang aktif tersebut terdapat pada daerah Kalisidi, Ungaran Barat, Kabupaten Semarang dan daerah Nglimut, Gonoharjo, Kabupaten Kendal. Persebaran sarang tersebut, didukung oleh masih ditemukannya pepohonan yang sesuai untuk bersarang serta beberapa tanaman pakan seperti dari famili Lauraceae dan Moraceae (Dahlan, 2015).

Julang Emas bersarang dengan memanfaatkan celah pohon tertentu yang sudah ada sesuai dengan ukuran tubuh burung tersebut (Chakorn *et al.*, 2011). Berdasarkan penelitian Rahayuningsih *et al.* (2017), lokasi pohon bersarang Julang Emas ditemukan pada ketinggian berkisar antara 900-1200 mdpl di Gunung Ungaran. Pohon yang digunakan untuk bersarang memiliki ketinggian sekitar 24 - 35 m dengan berdiameter sekitar 0,83 – 1,75 m. Pohon yang digunakan untuk bersarang yaitu *Syzygium glabratum*, *S. antisepticum*, *Cratoxylum formosum*, dan *Ficus sp.* (Rahayuningsih *et al.*, 2016).

Proses bersarang Julang Emas diawali dengan perilaku burung jantan dan betina yang memeriksa ke dalam rongga tiap pohon besar. Hal tersebut berlanjut sampai burung betina memasuki rongga pohon yang sesuai. Kemudian burung betina yang telah menempati rongga sarang, membersihkan rongga sarang tersebut dengan membuang limbah sisa sarang burung lain sebelumnya dan membuat tutup sarang yang tersusun atas komponen tanah, kayu lapuk dalam sarang, sisa pakan, serta feses dan air liur burung tersebut (Amornkul *et al.*, 2011).

Tutup sarang dibuat oleh burung betina dari tanah liat dan material dalam dengan karakteristik yang sangat kokoh dan padat. Hasil analisis awal, tutup sarang Julang Emas mengandung senyawa karbohidrat, lemak, protein, air, dan abu yang kemungkinan berperan dalam menjaga kestabilan dan kekuatan tutup sarang (Rahayuningsih *et al.*, 2016). Terdapat pula glikoprotein yang berfungsi sebagai semen alami pada tutup sarang (Gillman *et al*., 1972). Selain makromolekul tersebut, kemungkinan tutup sarang mengandung senyawa organik yang membantu menyediakan dan menjaga lingkungan mikro. Senyawa organik tersebut kemungkinan juga berperan dalam menjaga kesehatan sarang dari mikroba patogen berbahaya.

Hal tersebut merujuk pada kemampuan burung lain dalam membangun sarang yang mengandung senyawa aktif, diantaranya senyawa antibakteri atau antifungal. Misalnya kandungan sarang burung Walet (*Collocalia fuchiphaga*) yang dikaji oleh beberapa ilmuwan mengandung senyawa aktif antimikroba. Senyawa *d-galactose* dan *sialic acid* dalam ekstrak etanol sarang burung Walet menunjukkan aktivitas antijamur terhadap *Candica albicans* (Iskandar, 2018). Selain itu, sarang burung Walet mengandung 16 jenis asam amino yang terbuat dari air liur burung jantan (Elfita, 2014). Bagian yang mempunyai kadar protein tertinggi terdapat pada bagian serabut (tengah) dimana bagian tersebut merupakan tempat utama meletakkan dan mengerami telur burung Walet (Sirenden *et al.*, 2018).

Senyawa-senyawa yang dimaksud dapat terbentuk dari hasil biosintesis komponen biotik dengan mikroba pengurai dalam sarang, turunan senyawa makromolekuler atau senyawa metabolit sekunder dari buah dan biji sisa pakan, serta tumbuhan sekitar. Berdasarkan kemungkinan terbentuknya senyawa organik

tersebut, tutup sarang merupakan padatan bahan alam yang kompleks. Salah satu metode yang sering digunakan untuk menganalisis senyawa organik dari bahan alam yaitu metode perpaduan *Gas Chromatography* dan *Mass Spektrometry* (GC-MS). GC berfungsi sebagai alat pemisah berbagai komponen campuran dalam sampel, sedangkan MS berfungsi untuk mendeteksi masing-masing molekul komponen yang telah dipisahkan pada sistem GC (Sastrohamidjojo, 2005). Metode GC-MS merupakan metode yang efisien dan memiliki resolusi tinggi untuk menganalisis senyawa dengan partikel yang berukuran sangat kecil dalam larutan dengan berbagai senyawa yang saling bercampur (Gholib & Rohman, 2007).

Analisis senyawa organik yang dimaksud perlu dilakukan sebagai upaya untuk melengkapi informasi mengenai senyawa organik lain yang terkandung dalam tutup sarang dan membuktikan keterkaitan stabilitas lingkungan mikro dalam sarang dengan komponen penyusun tutup sarang. Selanjutnya data hasil analisis senyawa organik tersebut dapat menyediakan informasi dalam mempertahankan keutuhan tutup sarang Julang Emas khususnya di kawasan Gunung Ungaran yang lebih terarah dengan usaha konservasi hayati untuk bahan organik terkait.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, rumusan masalah yang ditemukan adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana profil senyawa organik yang terdeteksi dalam tutup sarang Julang Emas di Gunung Ungaran menggunakan analisis GC-MS?
2. Golongan senyawa organik dominan apa saja yang terkandung dalam tutup sarang Julang Emas di Gunung Ungaran?

1.3 Penegasan Istilah

Berikut uraian mengenai topik penelitian yang akan dilakukan:

1. Tutup sarang Julang Emas di Gunung Ungaran

Tutup sarang merupakan salah satu bagian sarang yang tersusun oleh komponen tanah, kayu lapuk, air liur, feses, dan sisa pakan Julang Emas (Amornkul *et al.*, 2011). Sampel tutup sarang akan diambil setelah masa *breeding* dan burung meninggalkan sarang. Bagian tutup sarang yang diambil berupa sisa padatan tutup sarang di sebelah tepi luar rongga sarang. Sarang Julang Emas ditemukan pada beberapa stasiun pengamatan di Gunung Ungaran. Terdapat 10 sarang yang diteliti

sebagai usaha konservasi burung tersebut (Rahayuningsih *et al.*, 2016), dan yang diambil sampel pada penelitian ini yaitu sarang aktif pada stasiun pengamatan Kalisidi, Ungaran Barat, Kabupaten Semarang dan Nglimut, Gonoharjo, Kabupaten Kendal.

2. Profil senyawa organik

Pada penelitian ini, profil senyawa organik yang akan diidentifikasi berupa senyawa organik yang terdeteksi meggunakan metode analisis GC-MS dengan pelarut *n-heksan* dan metode ekstraksi sokletasi. Senyawa organik yang teridentifikasi akan dikelompokkan berdasarkan golongan senyawanya dan ditelusuri kemungkinan perannya sebagai senyawa metabolit tumbuhan tertentu yang mengarah pada daftar famili-famili tumbuhan terkait sebagai penyusun tutup sarang Julang Emas.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi dan menganalisis senyawa organik yang terkandung dalam tutup sarang Julang Emas di Gunung Ungaran menggunakan metode GC-MS;
2. Mendeskripsikan golongan senyawa organik dominan yang terkandung dalam tutup sarang Julang Emas di Gunung Ungaran.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini, adalah sebagai berikut:

1. Sebagai penelitian yang menginformasikan tentang profil senyawa organik utama penyusun tutup sarang Julang Emas dengan titik yang telah ditentukan dan mengetahui golongan senyawa dominan yang terkandung dalam beberapa tutup sarang tersebut;
2. Sebagai dasar penelitian dalam upaya konservasi Julang Emas di Gunung Ungaran terkait vegetasi sekitar sarang yang mendukung keutuhan dan stabilitas sarang burung tersebut.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Julang Emas (*Rhyticeros undulatus)*

Indonesia memiliki 14 jenis dari 54 jenis burung famili Bucerotidae yang ada di dunia. Julang emas (*Rhyticeros undulatus*) merupakan salah satu jenis Bucerotidae yang memiliki status rentan dalam kategori konservasi *International United Conservation Nation* (IUCN) (Himmah *et al.*, 2010). Secara umum ciri yang dimiliki oleh Julang Emas adalah tubuhnya yang berukuran besar dengan panjang total antara 381 mm sampai 1600 mm. Secara keseluruhan bulu tubuhnya berwarna hitam dengan ekor panjang berwarna putih. Pada jantan, kulit dan bulu di sekitar tenggorokan berwarna terang, sayap kuat, kaki pendek, jari-jari kaki besar dan sindaktil. Beberapa jenis memiliki tanduk (*casque*) yang menonjol di atas paruh, kadang-kadang berwarna mencolok, berwarna merah atau kuning (MacKinnon *et al.*, 2010).

Gambar 2.1 Julang Emas jantan (Rahayuningsih *et al.*, 2019)

Salah satu kawasan yang menjadi daerah penyebaran Julang emas di Jawa Tengah adalah Gunung Ungaran. Gunung Ungaran merupakan daerah penting bagi burung (*important bird area*) yang memiliki topografi wilayah berupa puncak gunung yang banyak dan terjal, dipisahkan oleh jurang yang dalam. Sebelah timur

Gunung Ungaran terdapat Cagar Alam Gebugan seluas 1,8 ha yang ditetapkan berdasarkan GB No. 36 Stbl. 43 tanggal 4 Februari 1924.

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan Adisaputra (2005) dan pengamatan pendahuluan pada bulan Juli – Agustus 2013 diketahui Julang Emas yang dijumpai di Gunung Ungaran adalah jenis *Rhyticeros undulatus* yang memiliki ciri berukuran besar, dengan panjang tubuh mencapai 1 m, berekor putih. Jantan dan betina memiliki perbedaan morfologi (dimorfisme), namun kedua jenis kelamin memiliki persamaan pada punggung, sayap, dan perut yang berwarna hitam. Pada waktu terbang Julang Emas dapat dibedakan dengan jenis rangkong yang lain secara mudah dan cepat dengan melihat bentuk paruh, warna sayap dan warna ekor.

Margawati (1982) menyebutkan bahwa Julang Emas termasuk Frugivora yang sistem pencernaannya tidak merusak biji. Biji-biji yang tersebar melalui kotorannya berperan dalam membantu penyebaran biji di hutan dan meregenerasi hutan secara alami. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya oleh Adisaputra (2005) menyatakan bahwa Julang Emas di gunung ungaran paling sering dijumpai di wilayah Bukit Watuondo dan Bukit Gentong. Jalur terbangnya dimulai dari Bukit Watuondo menuju Bukit Gentong dan kembali lagi ke Bukit Watuondo.

2.2 Sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*)

Penelitian yang dilakukan oleh Himmah *et al.*, (2010), sarang burung Julang Emas berupa pohon yang ukuran diameter batangnya sesuai dengan ukuran tubuh burung. Dari data vegetasi yang diperoleh diameter pohon lebih dari 60 cm banyak ditemukan di Gunung Ungaran, tepatnya di Bukit Watuondo. Sarang burung ini berupa celah pada pohon yang terbentuk bekas dari sarang hewan lain (misalnya primata atau burung besar lain) atau kayu lapuk.

Karakteristik pohon yang dipilih oleh Julang Emas untuk bersarang kebanyakan merupakan pohon yang lebih tinggi dari pohon-pohon di sekitarnya. Hal ini karena dari beberapa sarang yang diamati, celah pohon yang dipakai sebagai sarang terjadi dari perusakan petir atau semacamnya yang menyebabkan kerusakan pada ujung cabang dan membentuk celah secara natural. Pohon yang membentuk celah seperti ini biasanya adalah pohon yang kuat dan lebih dapat bertahan

dibandingkan dengan pohon di sekitarnya, sehingga memungkinkannya untuk digunakan sebagai sarang burung (Rahayuningsih *et al.*, 2017).

Gambar 2.2 (a) Sarang dan lubang sarang (b) Tutup sarang Julang Emas di Gunung Ungaran pada saat *breeding* (Rahayuningsih *et al.*, 2017)

Julang Emas bersarang pada celah pohon besar, dan burung tersebut tidak menggali sarang sendiri. Sarang Julang Emas terbentuk dari bekas sarang burung lain, diantaranya sarang Pelatuk atau Takur, atau terbentuk secara alami dari cabang pohon atau karena retakan batang pohon (Kinnaird & OBrien, 2007). Julang Emas memilih pohon yang dijadikan sebagai rongga sarang dengan karakteristik struktural tertentu, antara lain *tallness*, rongga tinggi, kayu lunak sehingga mudah dalam pembuatan rongga dalam. Habitat di sekitar pohon bersarang tampaknya tidak harus sama dengan karakteristik pohon bersarang itu sendiri. Julang Emas bersarang di hutan yang telah ditebang atau bahkan mengalami degradasi hutan, meskipun upaya bersarang biasanya terhambat oleh gangguan manusia dan menyebabkan kegagalan. Hal ini menunjukkan bahwa burung Julang Emas berhasil bersarang di habitat seperti marginal, namun jika terjadi degradasi lebih lanjut atau gangguan di lokasi sarang tersebut, maka proses bersarangnya dihentikan (Datta & Rawat, 2004).

Sarang Julang Emas terdiri atas celah pohon dan tutup sarang. Tutup sarang hampir sepenuhnya menutupi celah dan hanya menyisakan sedikit celah untuk paruh betina yang berfungsi sebagai tempat transportasi makanan dari jantan untuk betina dan anakannya dalam sarang. Betina akan berdiam di dalam sarang,

sedangkan jantan mencari makanan dan memberikannya kepada betina dan anakannya jika sudah menetas. Klop *et al.* (2000) menyatakan juga tentang lubang sarang ini memiliki pintu masuk (tutup sarang) yang ditersusun dari bahan-bahan lengket, seperti lumpur, kotoran, serutan kayu dan air liur dengan sebuah celah rongga sarang yang sempit. Akibatnya, rangkong betina dan anak rangkong bergantung pada jantan dalam penyediaan makanan.

Penelitian Amornkull *et al.,* (2011) menyebutkan sarang Rangkong terdiri dari kayu rusak dari dalam celah sarang, tanah, dan beberapa material yang dijadikan satu sehingga terbentuk struktur kuat. Komposisi sarang Julang Emas berbeda pada masing-masing tempat, hal ini mungkin terjadi karena kondisi lingkungan dan vegetasi yang berbeda pada masing-masing sarang. Pada penelitian Rahayuningsih *et al.,* (2016) uji preliminari tutup sarang Julamg Emas yang dilakukan pada dua titik sarang yang berbeda di wilayah Gunung Ungaran mengalami perbedaan komposisi senyawa penyusunnya. Misalnya kandungan karbohidrat pada titik sarang Nglimut lebih sedikit dibandingkan dengan tuutp sarang yang diambil pada titik sarang Kalisidi.

2.3 Senyawa Organik pada Sarang

Senyawa organik terlibat dalam tiap segi kehidupan. Senyawa organik hanya mewakili satu jenis senyawa kimia, yaitu yang mengandung satu atom karbon atau lebih. Selanjutnya senyawa organik lebih disebut dengan hidrokarbon. Hidrokarbon adalah senyawa yang mengandung atom karbon dan hydrogen. Berdasarkan jenis ikatannya, hidrokarbon dibagi menjadi beberapa subkelompok (Solomons & Fryhle, 2011), yaitu :

1. Subkelompok senyawa yang disebut alkana. Alkana adalah hidrokarbon yang tidak memiliki ikatan ganda antar atom karbon, dan dalam penyebutan senyawa diberi akhiran -ana.
2. Hidrokarbon lain yang mengandung ikatan ganda atau tripel antar atom karbon disebut alkena, alkena mengandung setidaknya satu ikatan rangkap karbon-karbon. Dalam penyebutan senyawa kelompok tersebut diberi akhiran –ena.
3. Subkelompok yang lain yaitu *alkynes*. *Alkynes* mengandung setidaknya satu ikatan rangkap tiga karbon-karbon, dan dalam penyebutan senyawa diberi akhiran -ines

4. Subkelompok lain yaitu senyawa aromatik yang mengandung tipe cincin khusus. Dalam penyebutan senyawa kelompok tersebut bermacam-macam, misalnya yang terkenal yaitu Benzena.

Secara umum, senyawa seperti alkana, yang molekulnya hanya mengandung ikatan tunggal, disebut sebagai senyawa jenuh (*saturated compounds)* karena senyawa ini mengandung jumlah atom hidrogen maksimum yang dapat dimiliki senyawa karbon. Senyawa dengan ikatan ganda seperti alkena, alkena dan hidrokarbon aromatik disebut senyawa tak jenuh (*unsaturated compounds*) karena mereka memiliki jumlah atom hidrogen yang lebih sedikit dan mereka mampu bereaksi dengan hidrogen di bawah kondisi yang optimal.

Sebagian besar karbon, nitrogen, dan energi digunakan untuk menyusun molekul-molekul utama (karbohidrat, lemak, protein, dan asam nukleat) yang disebut metabolit primer, dan sebagian kecilnya juga digunakan untuk mensintesis molekul organik yang tidak memiliki peran secara langsung dalam pertumbuhan dan perkembangan, yang disebut metabolit sekunder. Biosintesis metabolit sekunder dapat terjadi pada semua organ tumbuhan, termasuk di akar, pucuk, daun bunga, buah, dan biji.

Metabolit sekunder pada tumbuhan memiliki beberapa fungsi yaitu 1) pertahanan terhadap virus, bakteri, dan fungi, tumbuhan kompetitor dan herbivora, 2) atraktan untuk polinator dan hewan penyebar biji, 3) perlindungan dari sinar UV dan penyimpanan -N. Klasifikasi metabolit sekunder terdiri atas tiga kelompok utama yaitu terpenoid, fenolik, dan senyawa yang mengandung nitrogen. Terpenoid merupakan kelas MS terbesar yang memiliki sift antimikroba, antijamur, antivirus, antiparasit, dan bermacam-macam tergantung pada jenisnya. sejumlah tumbuhan mengandung campuran monoterpen volatil dan seskuiterpen yang disebut minyak atsiri (*essential oils*) (Anggraito, *et al.*, 2018).

Sarang burung merupakan bagian penting dalam siklus kehidupan burung tersebut. Burung dapat membuat sarang dari komponen biotik atau abiotik di sekitar lingkungan hidupnya atau dari hasil metabolisme burung tersebut sendiri, misalnya air liur, sisa pakan, atau feses. Saat ini banyak penelitian yang menyebutkan kandungan senyawa organik pada sarang burung tertentu. Seperti pada sarang burung Walet (*Collocalia Fuchiphaga*) yang mengandung protein yang terdiri dari

16 jenis asam amino esensial dan non esensial (Elfita, 2014). Kadar protein tertinggi di bagian serabut (tengah sarang) berperan menjada keutuhan dan stabilitas lingkungan dalam sarang agar proses berkembangkan telur burung wallet dapat berlangsung dengan baik (Sirenden *et al.,* 2018). Selain itu, karena kandungan asam amino yang melimpah, saat ini banyak sarang burung Walet yang digunakan sebagai bahan obat-obatan manusia.

Beberapa tanaman tertentu menghasilkan minyak esensial yang mempunyai aktivitas antifungal (Shankarananth *et al.,* dalam Saleh, 2008) dan juga antibakteri (Mafezoli, *et al.,* 2000). Tutup sarang Julang Emas yang tersusun atas komponen sisa pakan dan serasah tanaman tertentu di sekitar pakan kemungkinan mengandung senyawa yang memiliki aktivitas antifungal dan antibakteri yang menjaga stabilitas lingkungan mikro dalam sarang. Aktivitas antibakteri dan antifungal juga ditemukan pada sarang burung Walet (*Collacolia fuchipaga*) dari golongan senyawa karbohidrat (Hun *et al.,* 2015). Beberapa biji dari buah yang dikonsumsi Julang Emas juga ditemukan dalam sarang, dan berpotensi menjadi serat fibrei yang menyusun struktur tutup sarang (Dahlan, 2015). Jika diuraikan komponen-komponen tersebut mengandung senyawa organik tertentu yang berperan menjaga keutuhan sarang Julang Emas.

Komposisi makromolekul pada tutup sarang dari penelitian Rahayuningsih *et al.,* (2016) terdiri dari lemak, karbohidrat, protein, air, dan abu (tanah). Komposisi tersebut berkaitan dengan kekuatan dari tutup sarang yang berfungsi sebagai pelindung saat masa bertelur Julang Emas. Burung betina akan membangun penutup sarang dan bertelur, mengeram, serta menjaga anaknya setelah pecahnya telur, oleh karena itu dibutuhkan adanya tutup sarang yang kuat. Dengan struktur yang kuat dan padat tersebut dibutuhkan 3-4 jam untuk memecah tutup sarang agar betina dan anakannya dapat keluar dari sarang (Dahlan, 2015).

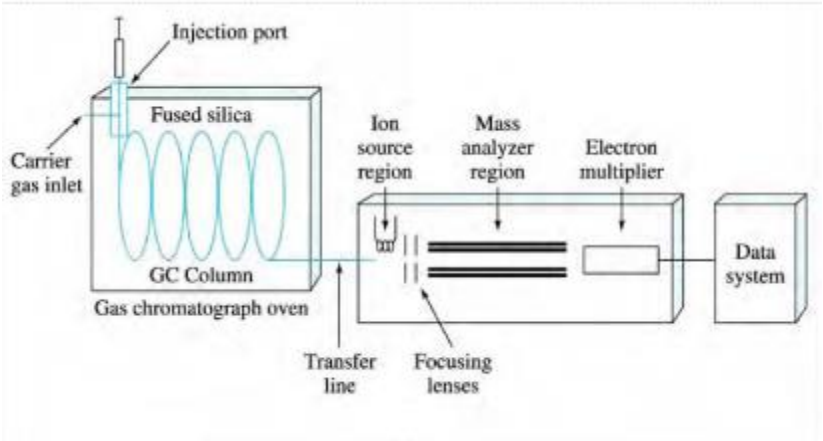
Karbohidrat dan lemak yang ditemukan pada tutup sarang berperan dalam menjaga keutuhan dan kekuatan tutup sarang. Karbohidrat berperan sebagai lapisan yang melapisi permukaan tanah dan mengikat komponen agregat tanah, serta mengarbsorbsi air. Karbohidrat berperan sebagai stabilitor agregat tanah pada interaksi antara hidroksil dan karboksil dengan partikel tanah. Sedangkan lipid berperan sebagai pengendali kelembaban sarang. Sesuai dengan sifat lipid yaitu

hidrofobik, yang mencegah keluarnya air dari sarang dan menjaga kestabilan air dalam sarang (Rahayuningsih *et al.*, 2016).

2.4 Metode Analisis GC-MS

Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS) merupakan gabungan dua buah alat yaitu kromatografi gas dan spektrometri massa. GC-MS digunakan untuk mendeteksi massa antara 10 m/z hingga 700 m/z (Fessenden, 1982). Kromatografi gas berfungsi sebagai alat pemisah berbagai komponen campuran dalam sampel (Agusta, 2000). Prinsip kerja dari kromatografi gas terkait dengan titik didih senyawa yang dianalisis serta perbedaan interaksi analit dengan fase diam dan fase gerak. Senyawa dengan titik didih yang tinggi memiliki waktu retensi yang lama. Senyawa yang lebih terikat dalam fase cair pada permukaan fase diam juga memiliki waktu retensi yang lebih lama (Clark, 2007).

Spektrometri massa berfungsi untuk mendeteksi masing-masing molekul komponen yang telah dipisahkan pada sistem kromatografi gas (Agusta, 2000). Prinsip kerja spektrometri massa adalah menembak bahan yang sedang dianalisis dengan berkas elektron dan secara kuantitatif mencatat hasilnya sebagai suatu spektrum fragmen ion positif. Fragmen-fragmen tersebut berkelompok sesuai dengan massanya (Fessenden, 1982). Bagian-bagian GC-MS adalah sebagai berikut.



Gambar 2.3 Skema analitik GC/MS (Solomons & Fryhle, 2011)

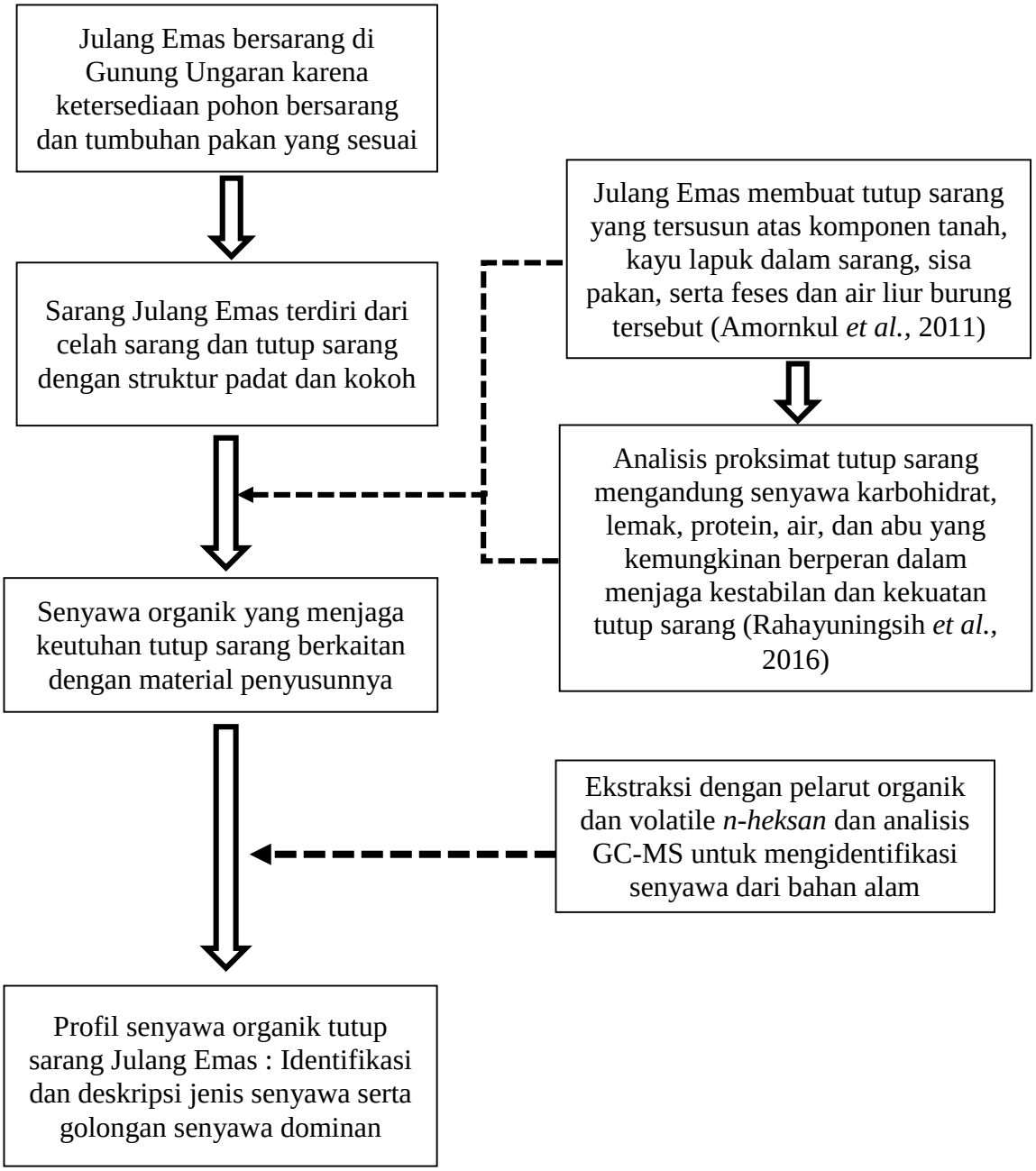
GC-MS digunakan untuk identifikasi kualitatif dan pengukuran kuantitatif dari komponen individual dalam senyawa campuran kompleks. Metode GC-MS merupakan kombinasi antara kromatografi gas yang memisahkan senyawa dalam suatu sampel secara kualitatif yang diamati berdasarkan waktu retensinya sekaligus

luas area dibawah kurva (AUC), sedangkan spektrometri massa melanjutkan dari hasil kromatografi gas dimana senyawa yang sudah dipisahkan tersebut ditentukan massa molekul relatifnya berdasarkan pola fragmentasi dari hasil massa/muatan (m/z). Berdasarkan analisis GC–MS diperoleh dua informasi dasar, yaitu hasil analisis kromatografi gas yang ditampilkan dalam bentuk kromatogram dan hasil analisis spektrometri massa yang ditampilkan dalam bentuk spektrum massa.

Kromatogram memberikan informasi mengenai jumlah komponen kimia yang terdapat dalam campuran yang dianalisis (jika sampel berbentuk campuran) yang ditunjukkan oleh jumlah puncak yang terbentuk pada kromatogram berikut kuantitas masing-masing. Spektrum massa hasil analisis sistem spektroskopi massa merupakan gambaran mengenai jenis dan jumlah fragmen molekul yang terbentuk dari suatu komponen kimia (masing-masing puncak pada kromatogram). Setiap fragmen yang terbentuk dari pemecahan suatu komponen kimia memiliki berat molekul yang berbeda dan ditampilkan dalam bentuk diagram dua dimensi, m/z (m/e, massa/muatan) pada sumbu X dan intensitas pada sumbu Y yang disebut spektrum massa (Agusta, 2000).

Salah satu syarat untuk suatu senyawa supaya dapat dianalisis menggunakan GC-MS adalah senyawa tersebut bersifat mudah menguap (Sumarno, 2001). Penggunaan metode GC-MS terbatas untuk senyawa dengan tekanan uap berkisar 10^{-10} torr. Senyawa dengan tekanan lebih rendah dapat dianalisis jika senyawa tersebut merupakan senyawa turunan. Keadaan sampel harus berupa larutan untuk diinjeksikan ke dalam kromatografi, sedangkan pelarut harus bersifat volatil dan organik.

2.5 Kerangka Berpikir



Gambar 2.4 Kerangka berpikir penelitian profil senyawa organik utama penyusun tutup sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) menggunakan metode GC-MS di Gunung Ungaran

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel tutup sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) di wilayah Gunung Ungaran, Jawa Tengah yaitu di stasiun pengamatan Kalisidi, Ungaran Barat, Kabupaten Semarang dan stasiun pengamatan Nglimut, Gonoharjo, Kabupaten Kendal. Sedangkan lokasi analisis senyawa organik yang terdiri dari ekstraksi dan analisis *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy* (GC-MS) tutup sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) dilakukan di Laboratorium Biologi dan Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang dan Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Gajah Mada Yogyakarta.

Waktu pengambilan sampel tutup sarang dilakukan pada dua waktu, yaitu masa setelah *breeding* pada bulan Novemer 2016 dan pada bulan Desember 2017. Sedangkan analisis senyawa organik tutup sarang dilakukan bulan Agustus 2018 – selesai.

3.2 Populasi dan Sampel

3.2.1 Populasi

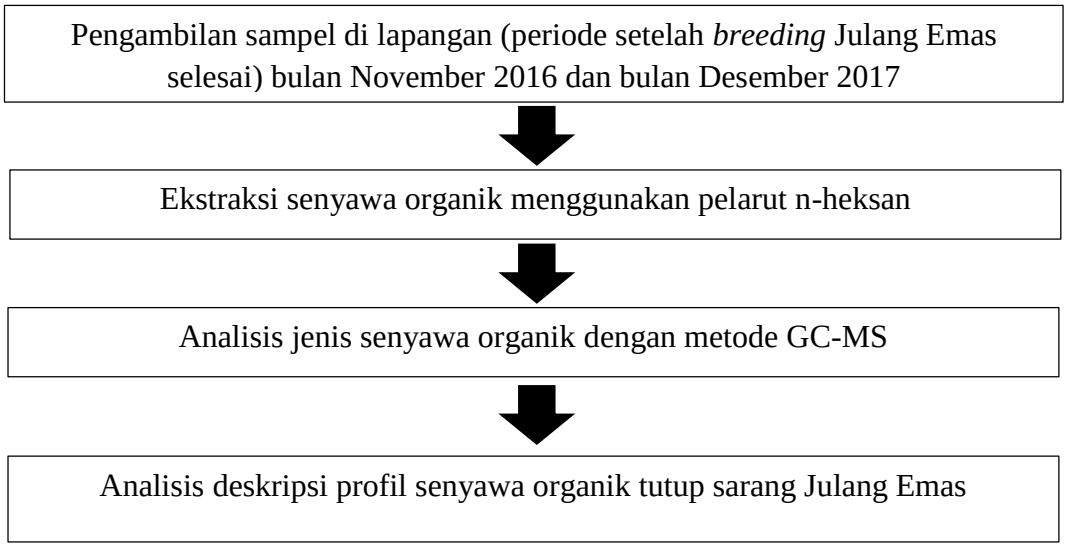
Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh sarang burung Julang Emas di wilayah Gunung Ungaran, Jawa Tengah.

3.2.2 Sampel

Sampel dalam penelitian ini adalah sarang burung yang ditemukan di Gunung Ungaran stasiun pengamatan Kalisidi, Ungaran Barat, Kabupaten Semarang dan stasiun pengamatan Nglimut, Gonoharjo, Kabupaten Kendal pada tahun 2016 dan tahun 2017. Pemilihan sampel didasarkan pada penelitian sebelumnya oleh Rahayuningsih *et al.* (2016) tentang uji preliminari tutup sarang yang diambil di kedua stasiun tersebut.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian dilakukan dengan alur dan tahapan sebagai berikut:



Gambar 3.1 Alur dan tahapan penelitian tentang profil senyawa organik utama penyusun tutup sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) menggunakan metode GC-MS di Gunung Ungaran

3.4 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang dibutuhkan dibagi menjadi 2 kelompok:

1. Alat dan bahan pengambilan sampel : plastik wadah sampel, GPS, label, peralatan climbing, sarung tangan, alat tulis dan buku catatan, meteran.
2. Alat dan bahan analisis sampel : satu set alat sokhletasi, akuades (air mengalir), pelarut *n-heksan*, kertas saring, mortar-pestle, oven, botol kaca, erlenmeyer, satu set alat GC-MS.

3.5 Metode Penelitian

3.5.1 Pengambilan sampel

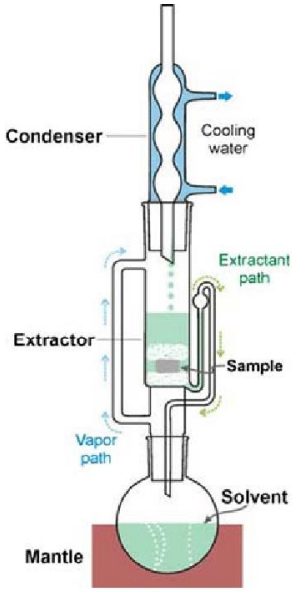
Pengambilan sampel di lapangan dilakukan pada dua masa setelah masa *breeding* Julang Emas, yaitu bulan November 2016 dan bulan Desember 2017. Pengambilan sampel dilakukan pada titik stasiun aktif yang dijelaskan pada penelitian Rahayuningsih (2013). Sampel diambil pada 2 stasiun yaitu stasiun Nglimut dan stasiun Kalisidi. Sampel tutup sarang yang diambil merupakan sarang yang sudah ditinggalkan oleh pasangan Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) beserta anaknya.

Sampel diambil dengan memanjat pohon tempat bersarang, dan mengambilnya menggunakan alat bantu *sampling* dan wadah sampel, serta label.

Sampel disimpan dalam wadah terisolasi dan dibawa ke Laboratorium Biologi FMIPA Unnes untuk disimpan dalam *freezer*.

3.5.2 Persiapan dan Ekstraksi

Tahap persiapan dan ekstraksi sampel berupa perlakuan setelah sampel tutup sarang Julang Emas diambil dari pohon sarang. Sampel disimpan dalam plastik steril dan dimasukkan ke dalam freezer sebelum diekstraksi, hal ini dilakukan karena perbedaan waktu pengambilan. Setelah terkumpul 4 sampel tutup sarang, sampel diletakkan dalam wadah alumunium dan dioven selama 2 jam dalam suhu 60^0 C untuk menurunkan kadar air. Kemudian sampel masing-masing ditimbang sebesar 250 gram, dan dihancurkan secara fisik menggunakan mortar-pestle, dan dibungkus dalam kertas saring dan diletakkan ke dalam *tube extractor* pada alat sokhletasi (Gambar 3.1). Pelarut yang digunakan dalam ekstraksi yaitu *n-heksan* dengan volume 1 : 1 dengan sampel. Ekstraksi sokhletasi dilakukan dengan 12 kali pengulangan untuk masing-masing sampel. Setelah mendapatkan ekstrak sampel dari sokhletasi, ekstrak dimasukkan dalam wadah botol kaca dan ditutup rapat dengan penutup botol ditambah plastik steril untuk menghindari penguapan berlebih.



Gambar 3.2 Skema alat ekstraksi sokhletasi (sumber: researchgate.net)

3.5.3 Identifikasi Senyawa Organik dengan Metode GC-MS

Ekstrak sampel tutup sarang yang telah didapatkan diuapkan dengan membiarkan botol ekstrak terbuka selama (2 jam) sebelum diinjeksikan ke dalama

alat GC-MS. Tujuan penguapan yaitu untuk mendapatkan ekstrak kental dari tutup sarang sehingga senyawa organik dengan kandungan kecil bisa terbaca saat analisis dilakukan. Proses GC-MS ini menggunakan Shimadzu QP2010S. Shimadzu QP2010S adalah sistem spektrometer massa yang dilengkapi dengan kolom AGILENTTJ%W HP-5 (panjang 30 m, ID 0.25 mm). Gas pembawa yang digunakan adalah Helium. Kondisi operasi MS adalah: ionisasi diinduksi oleh elektron (*Electron Impact*) dengan energi 70 eV dan temperatur sumber ion 250°C. Hasil analisis berupa kromatogram dan spektrum massa. Spektra GC menunjukkan data waktu retensi untuk setiap senyawa dalam sampel, sedangkan spektra MS menunjukkan informasi massa molekul relatif dari setiap senyawa dalam sampel. Senyawa diidentifikasi dengan melakukan pencarian perpustakaan menggunakan Shimadzu NIST / WILEY + basis data spektral massa.

3.5.4 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan penelurusan deskripsi jenis dan golongan senyawa organik pada sampel tutup sarang stasiun Nglimut dan stasiun Kalisidi tahun 2016 serta tahun 2017. Data senyawa organik yang dimaksud merupakan hasil analisis menggunakan metode GC-MS yang dilakukan di laboratorium Kimia UGM berupa data kromatogram dan spektrum massa. Kromatogram GC menampilkan puncak-puncak (*peak*) yang menunjukkan jumlah senyawa dalam sampel dan waktu retensi senyawa tersebut. Sedangkan spektrum massa menunjukkan massa molekul relatif tiap sampel yang kemudian dibandingkan dengan basis data spektral massa dan pustaka *Wiley* / *National Institute of Standart and Technology* (NIST) untuk mengidentifikasi jenis senyawa.

Data senyawa organik yang sudah diperoleh, diperkuat dengan penulurusan deskripsi senyawa lanjutan. Penelurusan deskripsi berdasarkan database senyawa organik yang tervalidasi dari beberapa laman web yaitu (1) pubchem.ncbi.nlm.nih.gov, (2) chemspider.com, (3) sdbs.db.aist.go.jp, (4) colby.edu, (5) www.ebi.ac.uk (6) www.hmdb.ca. Berdasarkan data deskripsi tersebut, senyawa dibedakan berdasarkan golongan senyawa dan peranannya sebagai senyawa metabolit sekunder tumbuhan tertentu, serta diidentifikasi golongan senyawa dominan pada keseluruhan ekstrak sampel tutup sarang.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

4.1.1. Hasil Pengukuran Parameter Lingkungan

Penelitian ini menggunakan sampel tutup sarang Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) yang diambil dari dua stasiun pengamatan yang berbeda yaitu stasiun Kalisidi dan Nglimut. Pengambilan sampel dilakukan dua kali pada tahun 2016 dan 2017. Selain itu, informasi mengenai parameter lingkungan sekitar sarang diambil dua kali pasca pengambilan tutup sarang. Kondisi lingkungan pada kedua stasiun hampir seragam dilihat dari kelembapan tanah, pH tanah, intensitas cahaya, kelembapan udara dan suhu udara (Tabel 4.1).

Tabel 4.1 Hasil pengukuran parameter lingkungan sekitar sarang Julang Emas

Kondisi Lingkungan	Nglimut	Kalisidi
Kelembapan tanah (%)	70 – 90	25 – 55
pH tanah	3,7 – 4,5	5,2 – 6,2
Kelembapan udara (%)	75	71 – 75
Suhu udara (^{0}C)	28,9	29,4 – 29,9
Intensitas cahaya (Cd)	656 – 1480	613 – 1740

Berdasarkan analisis, kondisi vegetasi di stasiun Nglimut lebih padat dan rimbun dibandingkan pada stasiun Kalisidi. Hal ini selaras dengan hasil pengukuran intensitas cahaya pada stasiun Nglimut rata-rata lebih rendah dari pada stasiun Kalisidi dan hal tersebut kemungkinan berdampak pada suhu udara yang lebih rendah pada stasiun Nglimut. Kondisi tanah pada stasiun Nglimut juga lebih asam dan lembab daripada stasiun Kalisidi. Namun, secara keseluruhan kondisi lingkungan kedua stasiun hampir seragam.

4.1.2. Identifikasi Senyawa Organik Tutup Sarang Julang Emas

Berdasarkan hasil analisis menggunakan metode *Gas Chromatography - Mass Spectroscopy* (GC-MS), jenis senyawa organik yang terkandung pada ekstrak *n-heksan* sampel tutup sarang Julang Emas di stasiun Kalisidi dan stasiun Nglimut tahun 2016 dan 2017 totalnya sebanyak 103 senyawa. Hasil analisis berupa komatogram dan spektrum massa ditampilkan pada diagram dengan puncak-puncak (*peak*) di lampiran 1. Senyawa-senyawa tersebut dibandingkan dengan data

library Wiley dan *National Institute of Standart and Technology* (NIST) untuk mengetahui jenis senyawanya. Total jenis senyawa yang teridentifikasi dari masing-masing sampel tutup sarang Julang Emas berbeda-beda satu sama lain berdasarkan stasiun dan tahun pengambilan. Senyawa pada sampel stasiun Kalisidi tahun 2016 berjumlah 37 jenis dan pada tahun 2017 berjumlah 47 jenis. Sedangkan pada sampel stasiun Nglimut tahun 2016 berjumlah 34 jenis dan pada tahun 2017 berjumlah 25 jenis (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Senyawa yang teridentifikasi dari sampel tutup sarang Julang Emas per stasiun pengambilan tiap tahun

Stasiun Pengambilan	**Tahun Pengambilan**		**Jenis Senyawa**
	2016	**2017**	
Kalisidi	37	47	70
Nglimut	34	25	51

Berdasarkan stasiun pengambilan tutup sarang, jenis senyawa yang teridentifikasi pada stasiun Kalisidi lebih banyak dan beragam dibandingkan dengan stasiun Nglimut. Namun ada beberapa senyawa yang sama ditemukan pada empat sampel (Kalisidi 2016; Kalisidi 2017; Nglimut 2016; Nglimut 2017), sehingga total jenis senyawa yang teridentifikasi yaitu 103 jenis senyawa (Lampiran 2). Beberapa senyawa juga ditemukan berulang di waktu retensi yang berbeda dalam satu sampel, oleh karena itu jumlah *peak* dalam komatogram adalah 170 *peak* yang berarti jumlah senyawa yang teridentifikasi selama analisis berlangsung, yang terdiri dari 41 *peak* sampel stasiun Kalisidi 2016, 58 *peak* sampel stasiun Kalisidi 2017, 39 *peak* sampel stasiun Nglimut 2016, dan 32 *peak* sampel stasiun Nglimut 2017 (Lampiran 1).

Senyawa yang ditemukan pada semua sampel ada empat jenis, yaitu *propenoic acid, eicosane, hexatriacontane,* dan *octadecane*. Selain itu, senyawa yang hanya ditemukan pada stasiun Kalisidi pada kedua tahun yaitu *diacetone alcohol, β-elemene, heptadecane,* dan *caryophyllene.* Sedangkan senyawa yang hanya ditemukan pada stasiun Nglimut pada kedua tahun yaitu *nonadecane.* Beberapa senyawa juga ada yang ditemukan pada tiga sampel, misalnya pada kedua tahun di stasiun Kalisidi dan stasiun Nglimut di tahun 2016 yaitu senyawa *germacrene d, hexadecane,* dan *patchulane.* Senyawa yang ditemukan pada kedua tahun stasiun Kalisidi dan stasiun Nglimut di tahun 2017 yaitu *tridecane,* senyawa

yang ditemukan pada kedua tahun di stasiun Nglimut dan stasiun Kalisidi di tahun 2016 yaitu *hexacosane*, dan senyawa yang ditemukan pada kedua tahun stasiun Nglimut dan stasiun Kalisidi di tahun 2017 yaitu *cyclohexane*. Senyawa-senyawa yang ditemukan tidak hanya pada satu sampel tersebut mengindikasikan adanya kemungkinan kesamaan komponen penyusun tutup sarang Julang Emas pada kedua stasiun bersarang.

Senyawa organik yang teridentifikasi dari pustaka *Wiley* dan NIST dianalisis lebih lanjut menggunakan beberapa pustaka web yang sudah tervalidasi yaitu (1) pubchem.ncbi.nlm.nih.gov, (2) chemspider.com, (3) sdbs.db.aist.go.jp, (4) colby.edu, (5) www.ebi.ac.uk (6) www.hmdb.ca untuk mengetahui golongan senyawa dan sumber isolasi atau sintesis senyawa tersebut. Hasil analisis yaitu sebanyak 91 jenis senyawa dikelompokkan berdasarkan golongannya, sedangkan 12 jenis senyawa tidak diketahui golongannya. Total golongan senyawa yang teridentifikasi yaitu 17 golongan dengan jumlah senyawa yang berbeda-beda pada masing-masing golongan dan persebarannya pada masing-masing sampel (Tabel 4.3).

Tabel 4.3 Jumlah senyawa berdasarkan golongan pada tutup sarang Julang Emas per stasiun tiap tahun pengambilan.

No	**Golongan Senyawa**	**Jumlah Senyawa**				**Total**
		Kalisidi		**Nglimut**		
		2016	**2017**	**2016**	**2017**	
1	Sesquiterpenoid	9	11	7	2	23
2	Alkana rantai lurus	12	8	7	6	18
3	Asam Lemak	6	5	2	6	15
4	Lemak Alkohol	1	5	2	1	8
5	Senyawa Heterosiklik	1	1	3	2	7
6	Hidrokarbon Alisiklik	1	2	4	2	4
7	Keton	2	1		1	3
8	Turunan Lemak		1		2	3
9	Triterpenoid			1	1	2
10	Hidrokarbon Aromatik			1		1
11	Eter	1				1
12	Poliamida		1			1
13	Fenol		1			1
14	Aldehid		1			1
15	Alkana rantai bercabang	1				1
16	Hidrokarbon Asetilenik		1			1
17	Senyawa enzim		1			1
Tidak teridentifikasi		3	4	6	2	12

Keterangan lebih lengkap dari tabel 4.3 meliputi nama senyawa pada masing-masing golongan dan tempat ditemukannya terdapat pada lampiran 2. Berdasarkan hasil analisis, senyawa organik penyusun tutup sarang Julang Emas mayoritas merupakan golongan senyawa sesquiterpenoid, alkana rantai lurus dan asam lemak.

Hasil analisis GC-MS selain menunjukkan jenis senyawa, juga menunjukkan presentase konsentrasi tiap senyawa pada sampel dihitung dari luas area kurva tiap spektrum massa. Presentase konsentrasi senyawa tertinggi yaitu 18,13% senyawa *butenoic acid* pada sampel stasiun Nglimut tahun 2016. Sedangkan mayoritas presentase konsentrasi senyawa organik yang terdeteksi dari semua sampel berada di bawah 2% (Tabel 4.4).

Tabel 4.4 Konsentrasi senyawa dikelompokan berdasarkan golongan per stasiun pengambilan tiap tahun

No	**Golongan**	**Nama Senyawa**	**Konsentrasi %**			
			Kalisidi		**Nglimut**	
			2016	**2017**	**2016**	**2017**
1	Sesquiterpenoid	*aromadendrene*			4,44	
		β-elemene	1,02	6,57		
		β-eudesmol	9,36*			
		δ-cadinene		2,60		
		eudesmol			5,22	
		guaiol	4,39		1,50	
2	Alkana rantai lurus	*dotriacontane*	2,55		0,43	
		heptacosane	2,91			
		heptadecane	5,28	0,49		
		heptadecene			17,42	
		heptane				3,58
		hexadecane	1,14	0,21	12,17	
		hexatriacontane	4,73	0,66	0,29	0,94
		octadecane	0,95	0,82	3,80	4,81
		tetratetracontane	3,38			
		tridecane	1,22	1,33		3,21
3	Asam lemak	*butenoic acid*			18,13*	
		dodecanoic acid	5,58			10,48*
		hexadecanoic acid		5,64		
		lauric acid, vinyl ester				9,04
		linoleic		6,05		
		octadecanoic acid		13,35*		
		propenoic acid	2,51	9,17	0,85	2,89

No	Golongan	Nama Senyawa	Konsentrasi %			
			Kalisidi		Nglimut	
			2016	2017	2016	2017
	Asam lemak	*tetradecanoic acid*		3,34		
		trilaurin				5,51
		undecanal				3,78
		vinyl laurate				5,37
4	Lemak alkohol	*4-nonene*		4,55		
		5,5-dibutylnonane				2,04
		perilla alcohol	2,30			
5	Heterosiklik	*1,2-epoxydecane*				5,01
		cholesta-8		3,21		
		cyclohexanol, 2-methyl			2,63	
6	Alisiklik	*1-cyclohexene*			5,84	
		eicosane	4,79	1,24	1,12	0,77
7	Keton	*diacetone alcohol*	2,86	0,41		
8	Turunan lemak	*laurin, 2-mono-*				6,51
9	Triterpenoid	*lupeol*				3,34
		sitostenone			2,86	
10	Hidrokarbon Aromatik	*2-naphthalenemethanol*			0,42	
11	Eter	*3,5-cycloheptadienone*	1,00			
12	Polamida	*2,6,10-dodecatrien*		0,65		
13	Fenol	*2,6-di-tert-butylphenol*		0,30		
14	Aldehid	*dodecanal*		0,55		
15	Alkana rantai bercabang	*2-methyleicosane*	1,61			
16	Hidrokarbon Asetilenik	*1-octadecyne*		0,33		
17	Senyawa enzim	*androstan-3-one*		3,43		
	Tidak teridentifikasi golongan	*3-tridecen-1-yne*	3,30			
		kauran		2,81	1,80	
		n-dodecenylsuccinic anhydride	2,18			

Ket. : * = senyawa dengan konsentrasi tertinggi pada masing-masing sampel

Tabel di atas menyajikan senyawa dengan konsentrasi lebih dari 2% pada masing-masing golongannya, kecuali pada golongan yang hanya terdiri dari satu

jenis senyawa tetap disajikan meskipun konsentrasi kurang dari 2%. Data konsentrasi senyawa lebih lengkap ditampilkan di bagian lampiran 2. Berdasarkan tabel 4.4, tiga senyawa dengan konsentrasi tertinggi dari sampel tutup sarang Julang Emas termasuk dalam golongan senyawa Asam Lemak (*octadecanoic acid, butenoic acid, dan dodecanoic acid*), sedangkan satu senyawa termasuk dalam golongan senyawa Sesquiterpenoid (*β-eudesmol*). Senyawa-senyawa tersebut diketahui merupakan senyawa metabolit sekunder yang kemungkinan dihasilkan oleh tumbuhan.

Senyawa organik penyusun tutup sarang Julang Emas yang teridentifikasi pada analisis GC-MS sebagian besar merupakan golongan senyawa metabolit sekunder dan minyak esensial yang kemungkinan dihasilkan oleh tumbuhan tertentu, yaitu sebanyak 58 jenis senyawa (Lampiran 3). Diantaranya, sebanyak 37 senyawa berdasarkan hasil analisis deskriptif kemungkinan dihasilkan oleh 17 famili tumbuhan. Kinnard & O'Brien (2007) mengidentifikasi 46 famili tumbuhan pakan Rangkong di wilayah Asia yang menjadi referensi famili tumbuhan yang diasumsikan menghasilkan senyawa metabolit sekunder pada tutup sarang Julang Emas. Selain itu, famili tumbuhan habitat Julang Emas di Gunung Ungaran (Rahayuningsih *et al.,* 2013) juga menjadi referensi kemungkinan penghasil senyawa metabolit sekunder yang terkandung pada tutup sarang, hal tersebut karena Julang Emas juga menggunakan serasah tumbuhan di sekitar sarang dalam membuat tutup sarang. Famili tumbuhan yang diasumsikan menghasilkan jenis senyawa metabolit sekunder terbanyak yaitu famili Rutaceae, Palmae, dan Piperaceae (Tabel 4.5).

Tabel 4.5 Analisis senyawa metabolit sekunder dengan famili tumbuhan yang menghasilkannya pada tutup sarang Julang Emas

No	Famili Tumbuhan	Nama Senyawa Metabolit Sekunder	Kalisidi		Nglimut	
			2016	2017	2016	2017
1	Anacardiaceae	*sitostenone*			√	
2	Annonaceae	*heptadecane*	√	√		
		heptadecene			√	
		δ-cadinene		√		
3	Asteraceae	*kauran*		√	√	
		spathulenol		√		
		3-thujanone	√			
		hexatriacontane	√	√	√	√

No	Famili Tumbuhan	Nama Senyawa Metabolit Sekunder	Kalisidi		Nglimut	
			2016	2017	2016	2017
4	Cannabaceae	*humuladienone*		√		
		caryophyllene	√	√		
5	Cucurbitaceae	*nerolidol*			√	
		linoleic		√		
6	Euphorbiaceae	*tetratetracontane*	√			
7	Lauraceae	*trilaurin*				√
		heptacosane	√			
8	Malvaceae	*tridecane*	√	√		√
9	Moraceae	*lupeol*				√
10	Myrtaceae	*alloaromadendrene*		√		
		aromadendrene			√	
11	Palmae	*dodecanoic acid*	√			√
		vinyl laurate				√
		hexadecanoic acid		√		
		hexadecanol	√			
12	Piperaceae	*α-cubebene*		√		
		globulol		√		
		hexadecane	√	√	√	
		octadecane	√	√	√	√
13	Rosaceae	*perilla alcohol*	√			
14	Rubiaceae	*1-tetradecanol*		√		
15	Rutaceae	*cis-farnesol*		√		
		hexacosane	√		√	√
		dodecanal		√		
		lauraldehyde		√		
		undecanal				√
		1-octanol		√		
16	Sapotaceae	*octadecanoic acid*		√		
17	Theaceae	*elemol*	√			

Tiga dari 17 famili yang teridentifikasi merupakan famili tumbuhan habitat Julang Emas di wilayah Gunung Ungaran (Rahayuningsih *et al.*, 2013) yaitu famili Asteraceae, Cannabaceae, dan Malvaceae. Sedangkan 14 famili lainnya merupakan famili tumbuhan pakan Rangkong di wilayah Asia menurut Kinnard & O'Brien (2007).

Sebanyak 58 jenis senyawa metabolit sekunder yang terdeteksi sebagai senyawa organik penyusun tutup sarang Julang Emas, terdapat empat senyawa yang mempunyai aktivitas antimikroba dan sebagai insektisida alami, serta satu senyawa berperan sebagai bahan obat antiinflamasi. Senyawa-senyawa tersebut

kemungkinan berperan menjaga kestabilan lingkungan mikro dalam sarang dan mengendalikan perkembangan mikroba patogen bagi induk dan anakan Julang Emas. Satu senyawa yang ditemukan pada semua sampel yaitu *octadecane* (Tabel 4.6).

Tabel 4.6 Senyawa organik yang mempunyai aktivitas antimikroba, insektisida alami dan sebagai senyawa metabolit sekunder bakteri pada tutup sarang Julang Emas

Jenis Senyawa	**Konsentrasi (%)**				**Rumus Molekul**	**Terisolasi dari**	**Peranan Senyawa**
	Nglimut		**Kalisidi**				
	2016	**2017**	**2016**	**2017**			
aromadendrene (sinonim *: alloaromadendrene*)	4.44			1.71	$C_{15}H_{24}$	Myrtaceae	Insektisida alami
dodecanoic acid		8.18	5.58		$C_{12}H_{24}O_2$	Palmae	Antibakteri
germacrene d	0.39		1.41	1.00	$C_{15}H_{24}$	Verbenaceae	Antimikroba dan insektisida
lupeol		3.34			$C_{30}H_{50}O$	Moraceae Euphorbiaceae	Obat antiinflamasi
octadecane	3.80	4.81	0.95	0.82	$C_{18}H_{38}$	Piperaceae Bakteri	Senyawa metabolit pada bakteri
undecanal		3.78			$C_{11}H_{22}O$	Rutaceae	Anti micobacterial

4.2 Pembahasan

Analisis *Gas Chromatography - Mass Spectroscopy* (GC-MS) pada ekstrak *n-heksan* tutup sarang Julang Emas di stasiun Kalisidi dan stasiun Nglimut pada tahun 2016 dan 2017 mengidentifikasi 103 jenis senyawa dengan jumlah jenis senyawa yang berbeda-beda pada masing-masing sampel. Jumlah jenis senyawa pada sampel stasiun Nglimut lebih sedikit dibandingkan dengan sampel staisun Kalisidi. Selain itu, pada stasiun Kalisidi terjadi penambahan jenis senyawa di tahun 2017, sebaliknya pada stasiun Nglimut terjadi penurunan jenis senyawa di tahun 2017 (Tabel 4.2). Hal tersebut menunjukkan adanya perbedaan komponen penyusun yang dipakai Julang Emas dalam membuat tutup sarang tiap stasiun dan tiap tahunnya.

Perbedaan komponen penyusun kemungkinan disebabkan karena perbedaan kondisi lingkungan dan vegetasi yang berbeda pada masing-masing sarang. Selain

itu, kondisi lingkungan mikro dalam sarang juga bisa memperngaruhi perbedaan tersebut. Pengukuran parameter lingkungan pada stasiun Nglimut menunjukkan kondisi udara yang lebih lembab dengan suhu lebih rendah dibandingkan dengan stasiun Kalisidi. Selain itu, kondisi tanah pada stasiun Nglimut juga lebih lembab sehingga menciptakan kondisi lingkungan optimal pertumbuhan jamur dan mikroba dekomposer dalam material penyusun sarang (Revandi, 2019). Pertumbuhan mikroba dalam sarang diduga dapat mempengaruhi sintesis senyawa organik yang teridentifikasi terkandung dalam tutup sarang.

Sarang Rangkong terdiri dari kayu rusak dari dalam celah sarang, tanah, dan beberapa material yang dijadikan satu sehingga terbentuk struktur kuat (Amornkull *et al.*, 2011). Pengujian awal tutup sarang Julang Emas menunjukkan perbedaan kandungan makromolekul pada kedua sarang (Rahayuningsih *et al.*,2016). Misalnya kandungan karbohidrat pada sarang Nglimut lebih sedikit dibandingkan dengan tutup sarang yang diambil pada sarang Kalisidi, sehingga tidak menutup kemungkinan adanya perbedaan senyawa organik dalam ekstrak *n-heksan* pada kedua stasiun tersebut.

Total keseluruhan senyawa yang terdeteksi dalam analisis GC-MS terhadap empat sampel tutup sarang adalah 170 senyawa yang diantaranya terdapat beberapa senyawa yang sama pada satu sampel yang muncul pada waktu retensi yang berbeda, dan juga beberapa senyawa yang sama ditemukan pada keempat sampel. Senyawa-senyawa tersebut terdeteksi dengan konsentrasi yang berbeda pada masing-masing sampel, sehingga jika diruntut jenis senyawa dari keempat sampel hanya 103 senyawa (Lampiran 2).

Senyawa-senyawa yang sama tersebut menunjukkan terdapat kemungkinan komponen penyusun tutup sarang Julang Emas berasal dari kondisi vegetasi yang tidak jauh berbeda. Misalnya senyawa *heptadecane* yang terdeteksi pada ekstrak sampel Kalisidi tahun 2016, dan juga ditemukan pada tahun 2017. Senyawa tersebut merupakan senyawa metabolit sekunder tumbuhan famili Annonaceae (Chavan, *et al.*2009). Senyawa yang sama ditemukan pada sampel Kalisidi tahun 2016 dan 2017 antara lain *caryophyllene*, yaitu senyawa metabolit sekunder tanaman famili Cannabaceae (Gertsch, *et al.*2008). Sedangkan senyawa yang sama ditemukan pada semua sampel antara lain *octadecane*, yaitu senyawa metabolit dari tanaman famili

Piperaceae (Khushbh, *et al.*, 2011). Famili Rutaceae, dan Piperaceae merupakan famili tumbuhan pakan Rangkong Asia (Kinnard & O'Brien, 2007), sedangkan famili Cannabaceae diketahui menjadi salah satu vegetasi sekitar Julang Emas di Gunung Ungaran (Rahayuningsih *et al.*, 2013).

Berdasarkan penelusuran deskriptif, senyawa-senyawa yang telah teridentifikasi dengan analisis GC-MS dikelompokkan menjadi 17 golongan senyawa. Namun tidak semua senyawa diketahui golongan senyawa, dari 103 jenis senyawa sebanyak 12 jenis senyawa tidak diketahui golongannya. Penelusuran deskriptif menggunakan web database senyawa organik yang sudah tervalidasi dan digunakan dalam skala global. Golongan senyawa dengan jenis senyawa terbanyak yaitu sesquiterpenoid, alkana rantai lurus, asam lemak, dan lemak alkohol. Golongan tersebut merupakan senyawa yang mudah menguap yang merupakan syarat sampel yang bisa dianalisis dengan metode GC-MS.

Sesquiterpenoid menjadi golongan senyawa dengan jenis terbanyak kemungkinan karena merupakan salah satu jenis Terpenoid yang menjadi konstituen utama minyak esensial dari banyak tipe tumbuhan dan bunga. Hal ini menunjukkan kemungkinan penyusunan tutup sarang Julang Emas mengambil dari vegetasi sekitar sarang, sisa pakan, bahkan feses burung tersebut yang jika diuraikan merupakan komponen tumbuhan mengingat Julang Emas termasuk Frugivora yang sistem pencernaannya tidak merusak biji. Senyawa yang termasuk golongan sesquiterpenoid yaitu *caryophyllene* (termasuk *β-caryophyllene* dan *trans-caryophyllene*) dan *aromadendrene* (termasuk *alloaromadendrene*) yang merupakan senyawa metabolit sekunder pada tumbuhan famili Cannabaceae (Gertsch, *et al.*2008). Sesquiterpenoid merupakan senyawa dengan bioaktifitas cukup besar, antara lain sebagai *antifeedant*, hormon, antimikroba, antibiotik dan toksin, serta regulator pertumbuhan tanaman dan pemanis.

Golongan senyawa dengan jenis senyawa terbanyak lainnya yaitu alkana rantai lurus dan asam lemak. Alkana rantai lurus merupakan senyawa hidrokarbon jenuh dengan rantai karbon panjang dan ikatan tunggal. Sumber alkana yang paling penting yaitu gas alam dan minyak. Senyawa organik yang termasuk dalam golongan alkana rantai lurus yaitu *hexadecane* dan *octadecane* yang merupakan

senyawa metabolit sekunder dari tumbuhan famili Piperaceae (Khushbh, *et al.*, 2011).

Asam lemak merupakan asam karboksilat atau senyawa yang mempunyai gugus karboksil dengan rantai alifatik panjang. Asam lemak menjadi sumber nutrisi bahan bakar penting dalam metabolisme hewan. Asam lemak dapat ditemui dalam tumbuhan sebagai asam lemak esensial yaitu asam lemak yang tidak dapat dibuat sendiri oleh tubuh hewan, atau dapat dibuat tapi tidak mencukupi kebutuhan minimal yang diperlukan oleh tubuh. Asam lemak yang sering digunakan untuk kehidupan sehari-hari yaitu *lauric acid* atau *dodecanoid acid* pada minyak Kelapa Sawit (48.7%) (Maulinda *et al.*, 2017). Senyawa-senyawa yang termasuk golongan asam lemak dalam ekstrak tutup sarang Julang Emas menjadi senyawa dengan konsentrasi yang paling tinggi dari keempat sampel. Hal tersebut kemungkinan dikarenakan penggunaan pelarut *n-heksan* dan metode ekstraksi sokletasi yang sesuai untuk mengekstrak minyak esensial tanaman yang menjadi komponen penyusun tutup sarang Julang Emas. Senyawa-senyawa yang termasuk dalam golongan asam lemak yaitu *dodecanoid acid, vinyl laurate, hexadecanoic acid,* dan *hexadecanol* yang merupakan minyak esensial dari tumbuhan famili Palmae (Maulinda *et al.*, 2017).

Selain golongan sesquiterpenoid dan asam lemak, senyawa organik yang terdeteksi pada tutup sarang termasuk juga pada golongan lemak alkohol, alkana rantai lurus, senyawa heterosiklik, senyawa alisiklik, keton, aldehid, fenol, triterpeniod, turunan lemak dan eter. Keberagaman jenis golongan senyawa tersebut kemungkinan disebabkan karena komponen penyusun tutup sarang berasal dari sumber vegetasi yang beragam, dan kondisi lingkungan dalam sarang yang sesuai untuk pertumbuhan jamur atau mikroba lainnya yang mempengaruhi sintesis senyawa organik dalam sarang.

Pelarut yang digunakan dalam mengestraksi sampel tutup sarang adalah *n-heksan* yang merupakan pelarut organik dan volatile, sehingga dapat dengan baik melarutkan senyawa organik pada komponen tumbuhan. Sehingga, senyawa yang terdeteksi pada ekstrak tutup sarang Julang Emas mayoritas merupakan senyawa metabolit sekunder tumbuhan. Berdasarkan analisis deskriptif, sebanyak 58 jenis senyawa diketahui berperan sebagai metabolit sekunder (Lampiran 3), dan 37

senyawa di antaranya dihasilkan oleh 17 famili tumbuhan tertentu (Tabel 4.5) yang termasuk dalam tumbuhan pakan Rangkong di wilayah Asia (Kinnard & O'Brien, 2007) dan tumbuhan habitat Julang Emas di Gunung Ungaran (Rahayuningsih *et al.,* 2013). Senyawa-senyawa tersebut membuktikan kemungkinan pembuatan tutup sarang Julang Emas yang terdiri dari komponen sisa pakan dan serasah kayu atau dedaunan sekitar pohon sarang.

Berdasarkan analisis deskriptif, famili tumbuhan yang diduga menghasilkan jenis senyawa metabolit terbanyak pada tutup sarang Julang Emas yaitu famili Rutaceae dan Palmae. Penelitian Kinnard & O'Brien (2007) menjelaskan bahwa burung Rangkong mengkonsumsi kombinasi pakan 497 buah dari 135 genus dalam 46 famili tumbuhan. Rutaceae merupakan salah satu famili tumbuhan yang dikonsumsi burung Rangkong karena termasuk buah dengan kandungan gula. Sedangkan Palmae dikonsumsi karena kandungan lipid dari biji-bijiannya. Hal tersebut menunjukkan kemungkinan material penyusun tutup sarang berasal dari sisa pakan burung Julang Emas yaitu buah-buahan dari famili Rutaceae dan Palmae.

Senyawa metabolit sekunder merupakan senyawa organik yang dihasilkan tumbuhan dan merupakan hasil samping atau intermediet metabolisme primer. Salah satu fungsi metabolit sekunder yaitu melindungi tumbuhan dari gangguan herbivor dan menghindari infeksi yang disebabkan oleh mikrobia patogen. Tumbuhan menggunakan metabolit sekunder sebagai antibiotik atau agen sinyal selama interaksi dengan patogen (Mastuti, 2016).

Jenis senyawa metabolit pada tutup sarang Julang Emas yang mempunyai aktivitas antimikroba atau sebagai insektisida alami yaitu *alloaromadendrene*, *dodecanoid acid* (nama lain: *lauric acid*), *germacrene-D*, dan *undecanal*. Senyawa *alloaromadendrene* merupakan komponen minyak esensial tanaman dari famili Myrtaceae dan berperan sebagai insektisida alami pada tumbuhan tersebut (Eunae K & Park IK, 2012). *Dodecanoid acid* merupakan asam lemak rantai medium jenuh dengan 12 atom karbon yang ditemukan pada minyak kelapa (45-53%) dan minyak inti sawit (famili Palmae). *Lauric acid* dan monolaurin telah terbukti signifikan mempunyai aktivitas antimikroba terhadap bakteri gram positif dan sejumlah jamur serta virus (Fabian, 2015). Saat ini sudah banyak produk komersial yang menggunakan *lauric acid* dan monolaurin sebagai agen antimikroba.

Germacrene-D merupakan senyawa hidrokarbon yang mudah menguap dan termasuk kelompok sesquiterpenoid. Senyawa tersebut ditemukan sebagai minyak esensial pada tumbuhan semak dari famili Verbenaceae dan mempunyai aktivitas antibakteria pada bakteri *Staphylococcus aureus*, *Enterococcus faecalis*, dan *Salmonella typhimurium* (Amor *et al.*, 2008). *Undecanal* merupakan senyawa asam lemak jenuh yang menjadi komponen minyak esensial pada tanaman famili Rutaceae dan mempunyai aktivitas mycobacterial (Esquivel-Ferrino *et al.*, 2014). Senyawa-senyawa tersebut yang kemungkinan berkontribusi menjaga kestabilan lingkungan mikro dalam sarang dan menjaga kesehatan burung dari mikroba patogen berbahaya.

BAB V
PENUTUP

5.1 Simpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan hasil analisis metode GC-MS dan analisis deskriptif, profil senyawa organik penyusun tutup sarang Julang Emas pada stasiun Kalisidi dan stasiun Nglimut pengambilan tahun 2016 dan 2017 menunjukkan jumlah jenis senyawa yang teridentifikasi sebanyak 103 jenis dan 58 jenis senyawa diantaranya merupakan senyawa metabolit sekunder yang diduga dihasilkan oleh tumbuhan yang sebagian besar termasuk famili Rutaceae dan Palmae.
2. Berdasarkan analisis deskriptif dari 103 jenis senyawa terdapat 17 golongan senyawa organik penyusun tutup sarang Julang Emas. Golongan sesquiterpenoid merupakan golongan senyawa dominan diikuti dengan golongan senyawa alkana rantai lurus dan asam lemak.

5.2 Saran

Penulis menyarankan perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengkonfirmasi proses pembentukan senyawa organik pada tutup sarang Julang Emas yang berkaitan dengan sumber biosintesisnya. Selain itu, perlu dilakukan pengujian menggunakan pelarut spesifik untuk mengidentifikasi senyawa metabolit tumbuhan yang berkaitan dengan material penyusun tutup sarang.

DAFTAR PUSTAKA

Adisaputra, Dedy Purwanto. 2005. Prevalensi dan Perilaku Rangkong Di Gunung Ungaran Kabupaten Kendal Jawa Tengah. *Skripsi*. Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Agusta, A. 2000. *Minyak Atsiri Tumbuhan Tropika Indonesia*. Penerbit ITB. Bandung.

Amor, Ilef Limem-Ben, et.al. 2008. Antimicrobial Activity of Essential Oils Isolated from *Phlomis crinita* Cav. spp. *mauritanica* Munby. *Journal of the American Oil Chemists's Society*. Vol. 85 Issue 9 Pages: 845-849. Available at : https://doi.org/10.1007/s11746-008-1272-4

Amornkul, S. S., Wiyakrutta, P. Poonswad. 2011. Wood Decay Fungi in Hornbill Nest Cavities in Khaoyai National Park, Thailand. *The Raffles Bulletin of Zoology Supplement*. 24 : 92-113.

Anggraito, YU, Susanti, Retno SI, Ari Y, Lisdiana, Nugrahaningsih WH, Noor AH, Siti HB. 2018. *Metabolit Sekunder dari Tanaman : Aplikasi dan Produksi*. FMIPA Unnes. ISBN: 978-602-5728-05-1.

Chakorn, P, *et.al.* 2011. An Assesment on Artificial Nest Construction For Hornbills in Budo Sungai Padi National Park, Thailand. *The Raffles Bulletin of Zoology*. 24: 85-93.

Chavan, M.J, Wakte, P.S, Shinde, D.B. 2009. Saturated Long-chain Hydrocarbons from Annona squamosa L. bark. Journal Natural Product Research. Vol. 23:455-459

Clark, J. 2007. *Kromatografi Gas-Cair*. Available at http://www.chem-is-try.org. Diakses tanggal 16 Agustus 2019.

Dahlan, Jamaluddin. 2015. Prilaku Makan Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) Pada Saat Bersarang. *Skripsi*. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang.

Datta, A., & Rawat, G.S. 2004. Nest-site selection and nesting success of three hornbill species in Arunachal Pradesh, north-east India: Great Hornbill *Buceros bicornis*, Wreathed Hornbill *Aceros undulatus* and Oriental Pied Hornbill *Anthracoceros albirostris*. *Bird Conservation International*. Cambridge Journals.

Elfita, L. 2014. Analisis Profil Protein dan Asam Amino Sarang Burung Walet (*Collocalia fuchiphaga*) Asal Painan. *Jurnal Sains Farmasi dan Klinis.* Vol. 1 No. 1. ISSN: 2407-7062.

Esquivel-Ferrino, Patricia C, et.al. 2014. Volatile Constituents Identified in Hexane Extract of Citrus sinensis Peel and Anti-Mycobacterial Tuberculosis Activity of Some of its Constituents. *Journal of the Mexican Chemical Society*. Vol. 58(4): 431-434.

Eunae, Kim & Park Il-Kwon. 2012. Fumigant Antifungal Activity of Myrtaceae Essential Oils and Constituents from *Leptospermum petersonii* against Three Aspergillus Species. *Molecules*. 17(9): 10459-10469. Available at: https://doi.org/10.3390/molecules170910459

Fabian M. Dayrit. 2015. The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society.* Volume 92, Issue 1, pp 1–15.

Fessenden, R.J. & Fessenden, J.S. 1982. *Kimia Organik*. Diterjemahkan oleh Pudjaatmakan, A. H. Edisi Ketiga. Penerbit Erlangga. Jakarta.

Gertsch, J, Leonti M, Raduner S, Racz I, Chen J.Z, Xie X.Q, Altmann K.H, Karsak M, Zimmer A. 2008. Beta-caryophyllene is a Dietary Cannabinoid. Proc Natl Acad Sci USA. No.105(26):9099-104

Gillman, L. R., M. K. Jefferies, G. N. Richards. 1972. Non-soil Cotituents of Termite (*Optotermesa cinaciformis*) Mounds. On line at www.hahah.com.

Himmah, I., Sri Utami, Karyadi B. 2010. Struktur dan Komposisi Vegetasi Habitat Julang Emas (*Aceros undulatus*) di Gunung Ungaran Jawa Tengah. *Jurnal Sains & Matematika.* ISSN 0854-0675. 18(3):104-110.

Hun, T.L., Wani, A.W., Tjih, T.T.E., Adnan, A.N., Ling, L.Y., dan Aziz, A.Z. 2015. Investigations into the physicochemical, biochemical and antibacterial properties of Edible Bird's Nest. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*. Vol. 7 No. 7. ISSN: 228-247.

Ibnu Gholib, G. & A. Rohman. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Pustaka Pelajar : Yogyakarta.

Iskandar, Israini W. 2018. Uji Antimikroba Ekstrak Sarang Burung Walet (*Collocalia fuciphaga*) Menggunakan Pelarut Etanol dalam Menghambat Pertumbuhan *Propionibacterium acnes* dan *Candida albicans*. *Skripsi.* Universitas Hasanuddin Makassar.

Khushbh, C, Solanki R, Patel A, Macwan C, Patel M. 2011. Phytochemical and Therapeutic Potential of Piper longum. Review Article IJRAP. ISSN:2229-3566. No.2(1):157-161

Kinnaird, M. F., & O'Brien. T. G. (2007). *The Ecology And Conservation Of Asian Hornbill : Farmers Of The Forest*. Chicago: University of Chicago Press.

Klop, E., Curio, E., and Lastimoza, L.L. 2000. Breeding biology, nest site characteristicsand nest spacing of the Visayan Tarictic Hornbill *Penelopides panini panini* on Panay, Philippines. *Bird Conservation International*. Vol 10: 17–27. Philippines.

MacKinnon. J., Karen, P., Bas Van Balen. 2010. *Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan.* Puslitbang Biologi-LIPI, Bogor.

Mafezoli J., Paulo C.V., Joao B.F., Maria F.G.F., Sergio A. 2000. In vitro activity of Rutaceae spesies against the Trypomastigote form *Trypanosoma cruzi*. *Jounal of Ethnopharmacologi*. 73: 335-340.

Margawati. 1982. *Mengenal Burung Engggang*. Museum Zoologi Bogor. Bogor.

Mastuti, Retno. 2016. *Fisiologi Tumbuhan: Metabolit Sekunder dan Pertahanan Tumbuhan*. FMIPA Universitas Brawijaya. Malang.

Maulinda, L, Nasrul ZA, Nubaity. 2017. Hidrolisis Asam Lemak dari Buah Sawit Sisa Sortiran. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Vol. 6 (2): 1-15.

Rahayuningsih, M., Andreas P.B.P, Tsabit, A.A, Raka A.P. 2019. *Burung Di Gunung Ungaran*. FMIPA Unnes. ISBN: 978-602-5728-29-7.

Rahayuningsih, M. & Kartijono, N.E. 2013. The Distribution and Population of Wreathed Hornbill (*Aceros undulatus*) in Mount Ungaran Central Java. *International Journal of Environmental Science and Development*. 4(5).

Rahayuningsih, M., Alimah, S., Hermayani, N. Munir, M. 2016. Preliminary Study Material Compotition of Wreathed Hornbill (*Rhyticeros undulatus*) Nest Wall Entrance in Mount Ungaran. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering*. 3(8).

Rahayuningsih, M., Kartijono N.E., Retnaningsih A., 2017. Short Communication: The Nest Characteristics of Wreathed Hornbill (*Rhyticeros undulatus*) in Mount Ungaran, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*. Vol. 18 No. 3. ISSN: 1412-033X. Hal. 1130-1134.

Rahayuningsih, M., Kartijono N.E., Retnaningsih A., Munir M., Dahlan J.. 2016. Nest Records of Wreathed Hornbill (*Rhyticeros undulatus*) in Gunung Gentong Station, Mount Ungaran Central Java. *IOP Conference series Journal of Physics.* Series: 824(2017)012061.

Revandi, Y. 2019. Keanekaragaman Jenis Jamur Mikroskopis pada Sarang Burung Julang Emas (*Rhyticeros undulatus*) di Gunung Ungaran. *Skripsi.* Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang.

Saleh, C. 2008. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Steroid dari Kulit Batang Tumbuhan *Aegle marmelos* (L.) Correa. *Skripsi.* Jurusan Kimia FMIPA Universitas Mulawarman Samarinda.

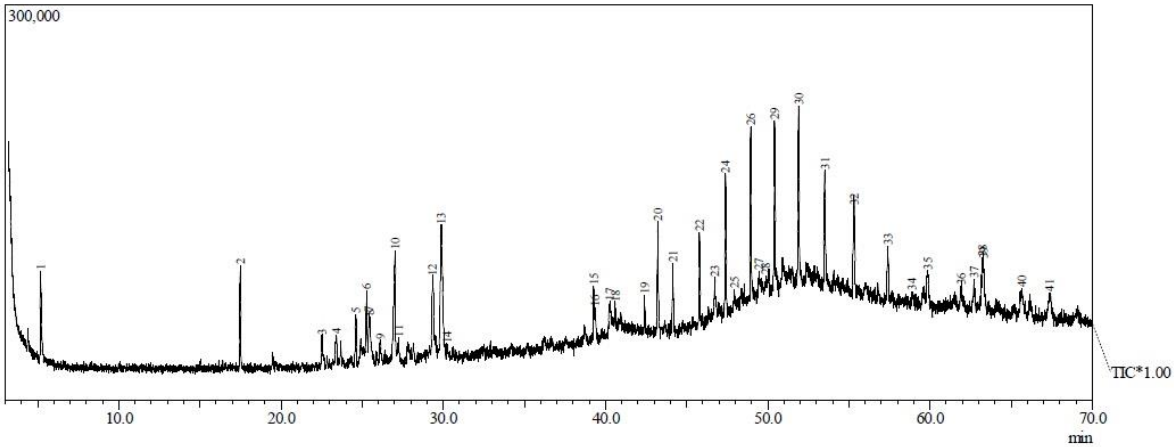
Sastrohamidjojo, H. 2005. *Kimia Organik, Stereokimia, Karbohidrat, Lemak dan Protein.* Gajah Mada University Press : Yogyakarta.

Sirenden, M.T., Puspita D., Sihombing M., Nugrahani F., Retnowati N. 2018. Analisis Profil Makronutrien dan Kandungan Nitrit pada Bagian Sarang Burung Walet (*Aerodramus fuciphagus*). *Seminar Nasional*. ISSN: 2656-6796.

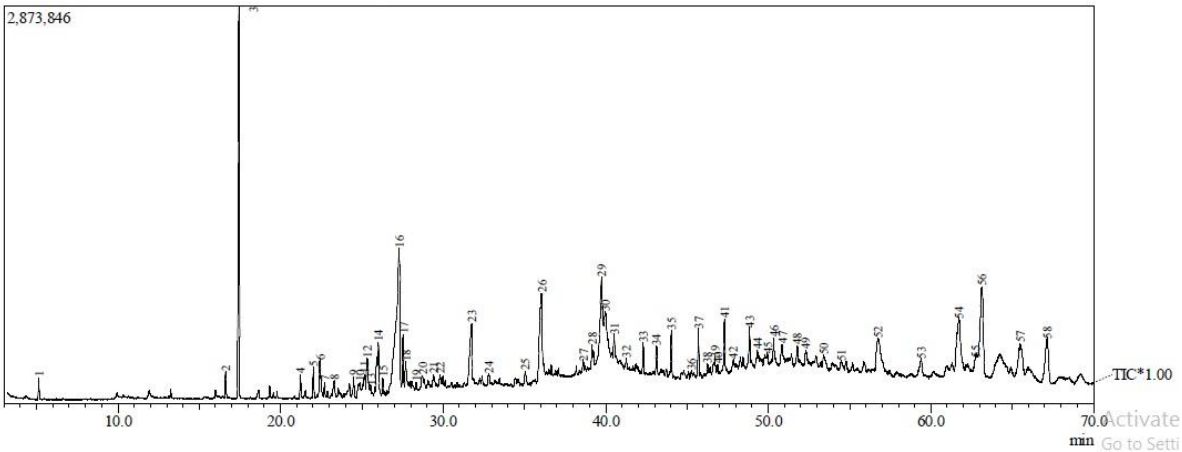
Solomons, T.W.G. & Fryhle C.B. 2011. *Organic Chemistry,* 10th edition. New Jersey: John Wiley & Sons. Inc.

LAMPIRAN

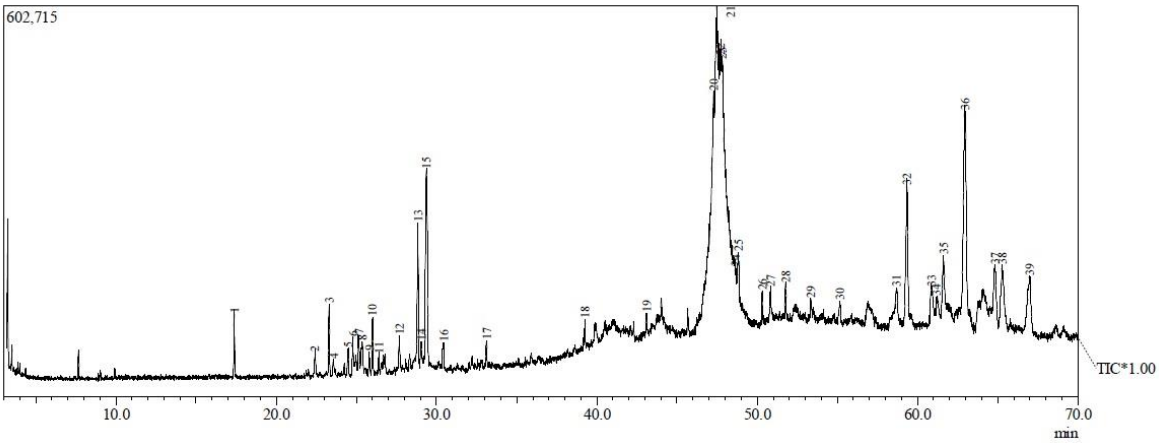
Lampiran 1. Kromatogram Hasil Analisis GC-MS Tutup Sarang Julang Emas Stasiun Kalisidi dan Stasiun Nglimut tahun 2016 dan 2017



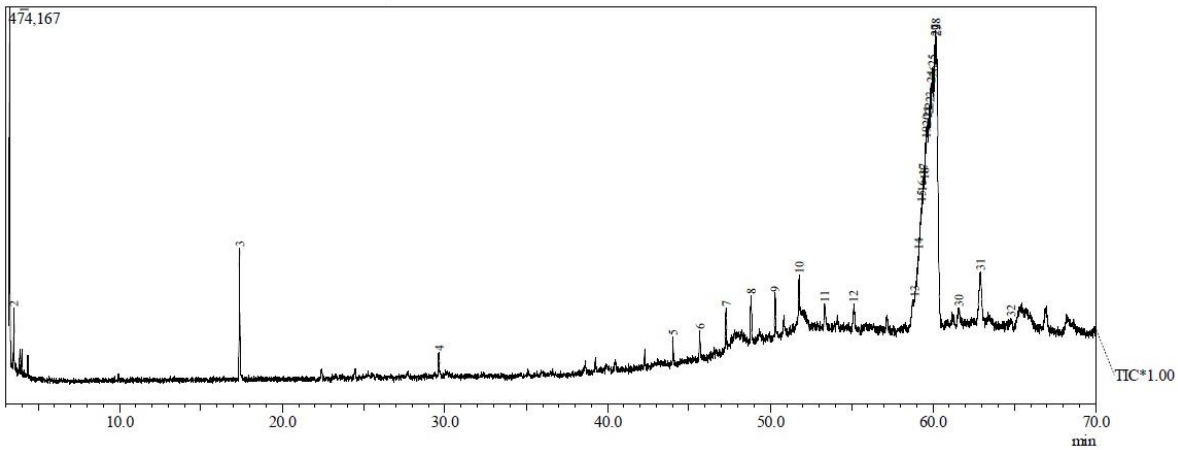
Keterangan gambar : Kromatogram hasil analisis GC-MS tutup sarang Julang Emas stasiun Kalisidi tahun 2016



Keterangan gambar : Kromatogram hasil analisis GC-MS tutup sarang Julang Emas stasiun Kalisidi tahun 2016



Keterangan gambar : Kromatogram hasil analisis GC-MS tutup sarang Julang Emas stasiun Nglimut tahun 2016



Keterangan gambar : Kromatogram hasil analisis GC-MS tutup sarang Julang Emas stasiun Nglimut tahun 2017

Lampiran 2. Senyawa Organik Penyusun Tutup Sarang Julang Emas Dikelompokkan Berdasarkan Golongan Senyawa dengan Konsentrasi tiap Stasiun per Tahun Ditemukan

No	Golongan	Nama Senyawa	Kalisidi		Nglimut	
			2016	2017	2016	2017
1	Sesquiterpenoid	*10-dodecatrien*			1,51	
2		*alloaromadendrene*		1,71		
3		*α-copaene*		0,63		
4		*α -cubebene*		0,43		
5		*aromadendrene*			4,44	
6		*β-elemene*	1,02	6,57		
7		*β -selinene*			0,88	
8		*β -caryophyllene*	1,79			
9		*β -eudesmol*	9,36			
10		*caryophyllene*	1,3	1,17		
11		*clovene*	1,07			
12		*δ-cadinene*		2,60		
13		*d-nerolidol*				0,63
14		*elemol*	0,92			
15		*eudesmol*			5,22	
16		*germacrene d*	1,41	1,00	0,39	
17		*globulol*		0,43		
18		*guaiol*	4,39		1,50	
19		*humuladienone*		0,24		
20		*ledol*	1,77			
21		*patchouli alcohol*				0,53
22		*spathulenol*		1,22		
23		*trans-caryophyllene*		0,40	1,09	
24	Alkana	*1-iodoundecane*	1,14			
25		*4-dodecanol*	1,14			
26		*dodecane*	1,64			
27		*dotriacontane*	2,55		0,43	
28		*heptacosane*	2,91			
29		*heptadecane*	5,28	0,49		
30		*heptadecene*			17,42	
31		*heptane*				3,58
32		*hexacosane*	1,90		0,47	0,98
33		*hexadecane*	1,14	0,21	12,17	
34		*hexatriacontane*	4,73	0,66	0,29	0,94

No	Golongan	Nama Senyawa	Kalisidi		Nglimut	
			2016	2017	2016	2017
35	Alkana	*nonadecane*			0,52	0,94
36		*octadecane*	0,95	0,82	3,80	4,81
37		*pentadecane*		0,85		
38		*tetradecane, 1-chloro-*		0,75		
39		*tetratetracontane*	3,38			
40		*tridecane*	1,22	1,33		3,21
41		*undecane*		0,23		
42	Asam Lemak	*butenoic acid*			18,13	
43		*dodecanoic acid*	5,58			8,18
44		*eicosatrienoic acid, methyl ester*	0,97			
45		*hexadecadienoic acid*	0,98			
46		*hexadecanoic acid*		5,64		
47		*hexadecanol*	0,95			
48		*hexadecenoic acid*	1,47			
49		*lauric acid, vinyl ester*				9,04
50		*linoleic*		6,05		
51		*octadecanoic acid*		13,35		
52		*propenoic acid*	2,51	9,17	0,85	2,89
53		*tetradecanoic acid*		3,34		
54		*trilaurin*				5,51
55		*undecanal*				3,78
56		*vinyl laurate*				5,37
57	Lemak Alkohol	*1-octanol*		0,30		
58		*1-tetradecanol*		0,26		
59		*3-dodecen*		0,64	0,38	
60		*4-nonene*		4,55		
61		*5,5-dibutylnonane*				2,04
62		*cis-farnesol*		1,10		
63		*nerolidol*			0,91	
64		*perilla alcohol*	2,30			
65	Heterosiklik	*1,2-epoxydecane*				5,01
66		*1,3-di-isopropyl-5-methylbenzene*	1,26			
67		*cholesta-8*		3,21		
68		*cyclohexanol, 2-methyl*			2,63	
69		*guanozin*				1,93
70		*silane*			1,11	
71		*tricyclo*			0,88	

No	Golongan	Nama Senyawa	Kalisidi		Nglimut	
			2016	2017	2016	2017
72	Alisiklik	*1-cyclohexene*			5,84	
73		*1-cyclopropa*			0,56	
74		*cyclohexane*		0,29	0,68	0,93
75		*eicosane*	4,79	1,24	1,12	0,77
76	Keton	*3-dodecanone*				1,69
77		*3-thujanone*	1,14			
78		*diacetone alcohol*	2,86	0,41		
79	Turunan Lemak	*decane, 5-methyl-*				1,04
80		*lauraldehyde*		0,31		
81		*laurin, 2-mono-*				6,51
82	Triterpenoid	*lupeol*				3,34
83		*sitostenone*			2,86	
84	Hidrokarbon Aromatik	*2-naphthalenemethanol*			0,42	
85	Eter	*3,5-cycloheptadienone*	1,00			
86	Polamida	*2,6,10-dodecatrien*		0,65		
87	Fenol	*2,6-di-tert-butylphenol*		0,30		
88	Aldehid	*dodecanal*		0,55		
89	Alkana rantai bercabang	*2-methyleicosane*	1,61			
90	Hidrokarbon Asetilenik	*1-octadecyne*		0,33		
91	Senyawa enzim	*androstan-3-one*		3,43		
92	Tidak teridentifikasi jenis golongan	*22-tetracosahexaene*			0,72	
93		*2-hexen-1-ol, 2-ethyl-*				1,55
94		*2-hexyl*		0,58		
95		*3-tridecen-1-yne*	3,3			
96		*citrol*			0,65	
97		*junipercamphor*			0,41	
98		*kauran*		2,81	1,80	
99		*megastigma-3,7(z),9-triene*		0,87		
100		*methyl commate*				0,53
101		*n-dodecenylsuccinic anhydride*	2,18			
102		*olean-12-en-28-a*			1,55	
103		*patchulane*	1,82	0,99	0,60	

Lampiran 3. Senyawa Organik Penyusun Tutup Sarang Julang Emas yang Teridentifikasi sebagai Metabolit Sekunder dan Minyak Esensial Tumbuhan

No	Nama Senyawa	Kalisidi		Nglimut	
		2016	2017	2016	2017
1	*1-octadecyne*		0,33		
2	*1-octanol*		0,3		
3	*1-tetradecanol*		0,26		
4	*2,6-di-tert-butylphenol*		0,3		
5	*2-methyleicosane*	1,61			
6	*3-thujanone*	1,14			
7	*7-heptadecene*		1,71		
8	*alloaromadendrene*			4,44	
9	*α-cubebene*		0,43		
10	*aromadendrene*	1,02	6,57		
11	*β-elemene*			0,88	
12	*β-selinene*			18,1	
13	*butenoic acid*		2,6		
14	*caryophyllene*	1,30	1,17		
15	*cis-farnesol*		1,10		
16	*δ-cadinene*	2,86	0,41		
17	*diacetone alcohol*				0,63
18	*d-nerolidol*		0,55		
19	*dodecanal*	1,64			
20	*dodecane*	5,58			8,18
21	*dodecanoic acid*	2,55		0,43	
22	*dotriacontane*	4,79	1,24	1,12	0,77
23	*eicosane*	0,92			
24	*elemol*			5,22	
25	*eudesmol*	1,41	1	0,39	
26	*germacrene d*		0,43		
27	*globulol*				1,93
28	*guanozin*	2,91			
29	*heptacosane*	5,28	0,49		
30	*heptadecane*			17,4	
31	*heptadecene*			17,42	
32	*heptane*				3,58
33	*hexacosane*	1,9		0,47	0,98
34	*hexadecane*	1,14	0,21	12,2	
35	*hexadecanoic acid*		5,64		
36	*hexadecanol*	0,95			
37	*hexatriacontane*	4,73	0,66	0,29	0,94

No	Nama Senyawa	Kalisidi		Nglimut	
		2016	2017	2016	2017
38	*humuladienone*		0,24		
39	*kauran*		2,81	1,80	
40	*lauraldehyde*		0,31		
41	*lauric acid, vinyl ester*				9,04
42	*ledol*	1,77			
43	*linoleic*		6,05		
44	*lupeol*				3,34
45	*nerolidol*			0,91	
46	*nonadecane*			0,52	0,94
47	*octadecane*	0,95	0,82	3,8	4,81
48	*octadecanoic acid*		13,4		
49	*pentadecane*		0,85		
50	*perilla alcohol*	2,3			
51	*propenoic acid*	2,51	9,17	0,85	2,89
52	*sitostenone*			2,86	
53	*spathulenol*		1,22		
54	*tetratetracontane*	3,38			
55	*tridecane*	1,22	1,33		3,21
56	*trilaurin*				5,51
57	*undecanal*				3,78
58	*vinyl laurate*				5,37

Lampiran 4. SK Pembimbing

UNNES

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor: 2283/UN37.1.4/KP/2017
Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI/TUGAS AKHIR SEMESTER GASAL/GENAP
TAHUN AKADEMIK 2016/2017

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam membuat Skripsi/Tugas Akhir, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :
1. Undang-undang No.20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78)
2. Peraturan Rektor No. 21 Tahun 2011 tentang Sistem Informasi Skripsi UNNES
3. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Strata Satu (S1) UNNES;
4. SK Rektor UNNES No.162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;

Menimbang : Usulan Ketua Jurusan/Prodi Biologi/Biologi Tanggal 1 Maret 2017

MEMUTUSKAN

Menetapkan :

PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada:

1. Nama : Dr. MARGARETA RAHAYUNINGSIH, S.Si, M.Si
   NIP : 197001221997032003
   Pangkat/Golongan : III/d
   Jabatan Akademik : Lektor Kepala
   Sebagai Pembimbing I
2. Nama : Dr. Dra. SITI HARNINA BINTARI, MS.
   NIP : 196008141987102001
   Pangkat/Golongan : IV/a
   Jabatan Akademik : Lektor Kepala
   Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi/Tugas Akhir :

Nama : Eva Faradella
NIM : 4411413008
Jurusan/Prodi : Biologi/Biologi
Topik : Analisis Senyawa Polimer Tutup Sarang Julang Emas (Rhyticeros undulatus) di Gunung Ungaran

KEDUA : Keputusan Ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 2 Maret 2017
DEKAN,

Prof. Dr. ZAENURI, S.E, M.Si,Akt
NIP 196412231988031001

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan
3. Petinggal

4411413008
FM-03-AKD-24/Rev. 00

Lampiran 5. Dokumentasi

Keterangan gambar : Foto tutup sarang dan material dalam sarang Julang Emas setelah masa *breeding* di stasiun Kalisidi tahun 2017

Keterangan gambar : Foto sarang aktif Julang Emas tahun 2017 di stasiun Kalisidi

Keterangan gambar : Foto pohon yang digunakan untuk bersarang Julang Emas di stasiun Nglimut