

Explorasi Mikroba Beraroma dari Bahan Alam

Prapti Sedijani^{1*}, Dewa Ayu Citra Rasmi¹, Syamsul Bahri¹

¹ Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram, Indonesia;

Article history

Received: October 16th 2018

Revised: January 18th 2019

Accepted: March 14th 2019

*Prapti Sedijani: Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Mataram, Indonesia; Email: praptisedijani@unram.ac.id.com

Abstract: *The Scented volatile compound has a huge market as its wide applications in daily life. The extraction of this compound from natural resources produces a very low rendement. Microbes synthesize secondary metabolit might resemble of their host have been explored from scented natural resources (flowers: Damask rose, Jasminum sambac and Plumeria acutifolia); cymbopogon, muntinga calabura L and leave of Panadus amaryllis). It was found 12 bacterial and 14 fungal scented isolates that were various in terms of scent types and intensities. They were bread starters like the smell, alcohol like the smell, sweet sugar like the smell, salaka like the smell and fresh sugarcane juice like smell. Several isolates emit original host like the smell in very low intensities. Persistency scent test showed that the scents were persistently emitted when cultured on PDA medium.*

Key Words: *Scented volatile; Damask rose; mikroba; eksplorasi*

Abstrak: Minyak atsiri mempunyai pangsa pasar yang sangat besar karena manfaatnya yang luas dalam kehidupan sehari-hari. Ekstraksi minyak atsiri langsung dari bahan alam menghasilkan rendement yang sangat rendah. Mikroba mensintesis metabolit sekunder yang mirip dengan inangnya telah dieksplorasi dari beberapa bahan alam (bunga: mawar, melati dan *Plumria acutifolia*); batang sereh, buah kersen dan daun pandan wangi. Sebanyak 12 isolat baketri dan 14 jamur yang mengemisikan aroma sedap/positif dengan jenis dan intensitas emisi bervariasi. Adapun aroma yang diemisikan adalah aroma seperti ragi roti (Jmwr2 dan Jmwr3), seperti alkohol, manis seperti gula, aroma seperti salak dan aroma seperti sari tebu segar. Beberapa isolat mengemisikan aroma seperti aroma inang dengan intensitas sangat lemah. Persistensi tes menunjukkan bahwa aroma tetap diemisikan jika di kultur dalam media PDA.

Kata kunci: senyawa volatile beraroma; mawar; mikroba; eksplorasi

Pendahuluan

Penelitian ini didasari dari pengalaman pribadi ketika mengisolasi bakteri dari ikan asin yang ternyata diperoleh bakteri yang beraroma seperti ikan asin (tidak dipublikasikan). Timbul dugaan bahwa kemungkinan aroma pada bunga, buah atau jenis bahan alam lain juga terkait dengan keberadaan mikroba didalamnya. Studi literatur menunjukkan bahwa mikroba dapat menghasilkan senyawa volatile (beberapa macam yeas menghasilkan senyawa beraroma (Vandamme, *et. al.*, 2003). Termasuk didalamnya adalah senyawa

yang memberi aroma khas pada bunga, buah atau tumbuhan tertentu. Sebagai contoh, aroma seperti bunga mawar dihasilkan oleh *Rodotorulla minuta* (yeast) dengan volatile citronellal, aroma kacang almond oleh *Ischenoderma benzoinum* (jamur) dengan volatil benzaldehyde, aroma jeruk oleh *Pseudomonas sp* (bakteri) dengan volatil isopulegol sedang aroma apel dan nanas oleh *Clostridium butyricum* (bakteri) dengan volatil asam butirat, lihat Table 1, yang menyajikan senyawa volatile yang dihasilkan oleh mikroba dan zat kimia yang dihasilkannya (Gupta, *et. al.*, 2015).

Komponen minyak esensial tumbuhan terutama monoterpen, saesquiterpen, phenol dan alcohol (Lucchesi *et. al.*, 2004), sedang monoterpen terbesarnya (Dhifi, *et. al.*, 2016), misalnya minyak esensial dari Mawar Damascena (70%), Rosa laba (41%) dan Rosa klon 83661 mencapai 51% (Dobrev, *et al.*, 2013). Produksi/emisinya berasosiasi dengan mikroba. Fumigasi terhadap bunga *Sambucus nigra L* mengurangi emisi dan komposisi terpena bunga tersebut (Penuelas, *et. al.*, 2014).

Tiap jenis mikroba menghasilkan senyawa volatil yang berbeda. Citronellol dan geraniol termasuk senyawa monoterpen yang dapat dihasilkan oleh yeast *Kluiveromyces lactis*, dan dengan mengontrol medium dan suhu kultur produksinya dapat ditingkatkan (Drawert and Barton, 1978). Senyawa volatil tersebut dapat berupa zat-zat yang menguntungkan, merugikan bahkan berbahaya bagi organism lain. Dilaporkan senyawa volatile tertentu menjadi penanda keberadaan patogen tertentu (Sohrabi, *et. al.*, 2014) yang dapat dideteksi dengan cepat menggunakan SEZI-MS (Zhu, *et. al.*, 2010).

Banyaknya manfaat dari minyak volatil antara lain minyak mawar dan minyak sereh menciptakan pasar yang sangat besar dan terus meningkat dari tahun ke tahun. Atsiri dari mawar banyak digunakan sebagai parfum, kosmetik (antara lain cegah jerawat, antiaging, pelembab, penyeimbang kosmetik) dan dalam dunia kesehatan minyak mawar digunakan untuk aroma terapi, antivirus, anti bakteri patogen dan antioxidant. Sedang minyak sereh banyak digunakan di dunia kesehatan sebagai anti jamur dan anti peradangan pada kulit (Boukhatem, *et. al.*, 2014). Minyak atsiri dapat digunakan untuk mengurangi kontaminan udara rumah sakit karena bentuk gas lebih efektif dibanding dalam bentuk liquid, (Boukhatem, *et. al.*, 2014). Minyak atsiri juga dapat digunakan untuk obat cacung (Xu, *et. al.*, 2015), penyubur tanaman (Hofman, *et. al.*, 2013; Maldau *et. al.*, 2012), mempengaruhi pertumbuhan dan reaksi terhadap patogen (D, Alesso, *et. al.*, 2014; Sharifi and Ryu, 2016) dan menghambat pertumbuhan *Candida Albican* (Madeira, *et. a.*, 2016). Minyak ini juga punya prospek untuk meningkatkan kinerja mesin dengan menambahkan pada bahan bakar (Astuti dan Putra, 2014) dan punya potensi untuk digunakan sebagai bahan pengawet makanan (Ekpenyong and Akpan, 2017).

Dari uraian diatas, dapat difahami bahwa volatil dari mikroba punya nilai guna tersendiri tergantung dari VOCs yang dihasilkan. Setiap tahun permintaan pasar akan minyak sereh meningkat 3-

4% dari berbagai Negara, sementara produksi dan kualitas minyak atsiri Indonesia terus menurun.

Metode ekstraksi minyak atsiri secara tradisional banyak seperti penyulingan dan macerasi, adalah metode yang paling banyak digunakan secara global, namun karena proses pemanasan hasilnya tidak persis sama dengan aroma bahan segar, dan reproducibilitasnya kurang dapat dipastikan (Rassem *et. al.*, 2016). Rendement yang diperoleh dengan mengekstraksi bahan tumbuhan sangat sedikit, sehingga penyulingan maupun ekstraksi dari tumbuhan memerlukan bahan baku yang sangat banyak untuk menghasilkan minyak yang sangat sedikit, misalnya atsiri dari mawar dihasilkan rendement sekitar dengan metode penyulingan didapatkan kisaran rendement 0.032-0.036% (w/v) (Ahmad, *et. al.*, 2009). Oleh karena itu, diperlukan lahan yang sangat luas untuk menanam tumbuhan mawar guna memenuhi permintaan pasar.

Kondisi alam dan penyakit yang mempengaruhi produksi bahan baku mempengaruhi stabilitas ketersediaan bahan baku tersebut, membuat ongkos produksi minyak atsiri menjadi sangat mahal sekitar US\$ 1000/kg. Sedangkan ongkos produksi VOCs menggunakan mikroba jauh lebih rendah dibanding dengan mengekstrak dari tumbuhan inangnya, yakni US\$ 5 (Lopez-Romero, *et. al.*, 2015).

Minyak atsiri dari bahan alam tentunya tergantung dari jenis bahan. Disini hanya memaparkan minyak atsiri dari bunga mawar. Lebih dari 70% atsiri mawar tersusun atas monoterpen terutama geranio (Magnard, *et. al.*, 2015), geraniol dan citronellol, nonadecane dan nerol (Dobrev, *et. al.*, 2013). Geraniol 400 μ M dapat menghambat 90% pertumbuhan sel cncer melalui penghambatan sintesis DNA/fase S pada pembelahan sel (Carnesecchi, *et. al.*, 2001). Geraniol, komponen utama dari berbagai senyawa beraroma berperan sebagai insektisida, pest control, anti bakteri, anti oxidant, anti inflamasi; dan geraniol ini dapat ditemukan pada tanaman-tanaman beraroma (Chen and Viljoen (2010).

Citronellol, sebagaimana geraniol; disamping aromanya yang membuat wangi mawar, senyawa ini juga mempunyai anti patogen yang kuat. Citronellol yang paling ampuh melawan *E.coli* dan *Staphylococcus aureus*, yakni dengan mengubah sifat permukaan sel patogen seperti hidropobisitas dan muatan pada permukaan sel patogen; mempengaruhi integritas membrane dan kebocoran K⁺ (Lopez-Romero *et. al.*, 2015). Citronellol dan geraniol juga dapat disintesis oleh yeast *Kluiveromyces lactis* (Drawert *et. al.*, 1978),

citronellol oleh *Rodotula minuta* (Gupta, *et. al.*, 2017).

Dari uraian diatas, pada kesempatan ini peneliti ingin mengeksplorasi kemungkinan untuk mendapatkan isolate mikroba beraroma dari bunga mawar dan bahan alam beraroma lain yang penulis belum menemukan publikasi tentang mikroba beraroma yang diisolasi dari bahan alam tersebut.

Metode

Isolasi Mikroba dari Bahan Alam

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli-november 2018 di Laboratorium Pendidikan Biologi FKIP, Universitas mataram. Bahan atau sumber isolat adalah bunga mawar, bunga melati, bunga kamboja, batang sereh, buah kersen dan daun pandan. Bunga mawar diambil dari penduduk dekat botanical Garden, Narmada Lombok Barat. Sedang bahan lain dikumpulkan dari pasar local (Kebun roek dan Pasar perumnas, Mataram). Isolasi mikroba dilakukan tanpa sterilisasi untuk mengantisipasi adanya mikroba folosfer yang beraroma. Pemilihan bunga didasarkan pada puncak produksi aroma terjadi pada bunga yang baru saja mekar dari kuncup, yakni fase ke 4 perkembangan bunga (Guterman *et. al.*, 2002). Satu gram bahan digerus menggunakan mortar dan pistil steril kemudian diencerkan dengan 1 ml aquadest steril, supernatant 20 μ L ditebar pada medium PDA + anti bakteri untuk mendapatkan isolate jamur dan pada medium Nutrient Agar + anti jamur untuk mendapatkan isolate bakteri. Medium PDA yang telah diinokulasi kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 48 jam, dan medium NA diinkubasikan selama 24 jam pada pada suhu 30 $^{\circ}$ C. Individual koloni yang tumbuh dipindahkan ke medium baru, kemudian di lakukan panel test aroma untuk mengetahui jenis dan intensitas aroma secara kasar. Khusus untuk kersen, cairan buah diambil langsung 20 μ L dan ditebar pada medium.

Test Aroma

Test aroma untuk mengetahui kemampuan koloni dalam mengemisikan aroma yang paling mudah dilakukan adalah dengan menghirup udara sekitar petri. Hal ini aman dilakukan (Barkham; 2002). Kultur segar (24 jam inkubasi) dibuka penutupnya dan dibiarkan 4 manit dalam keadaan terbuka. Test dilakukan dengan menghirup udara sekitar petri maksimal 2 cm dari petri. Test ini dilakukan oleh 4 orang dan mencatat jenis aroma yang dihasilkan. Adapun kriteria intensitas aroma

disajikan dalam Table 1. Aroma asli bahan alam diberikan score 20, dan diperkirakan maximal aroma yang didapat $\frac{1}{4}$ dari aroma asli. Metode ini memang belum sesuai metode standard untuk suatu produk industry, missal Method Sensory Evaluation (Mason and Nottingham, 2002).

Tabel 1. Skor dan Intensitas Aroma

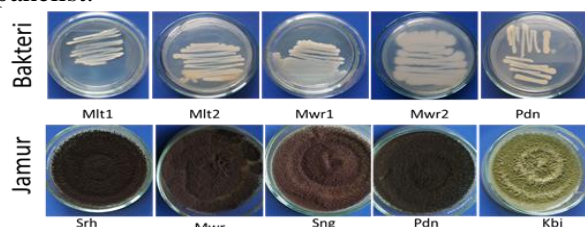
skor	Intensitas aroma
1-2	Sangat lemah
3	lemah
4	sedang
5	kuat
>5	Sangat kuat

Sedangkan test dalam penelitian ini hanya sebagai langkah awal memilah bahwa aroma isolat bukan aroma busuk, jenis dan intensitas hanya iformasi kasar tentang isolate yang didapatkan.

Hasil dan Pembahasan

Isolat yang diperoleh, Jenis dan intensitas aroma

Isolat bakteri yang diperoleh dari medium dengan penambahan anti jamur, diamati 24 jam setelah inokulasi bakteri, atau 48 jamsetelah inokulasi untuk jamur. Koloni tunggal kemudian di pindahkan ke medium baru dan dinkubasi lagi selama 24 jam untuk bakteri atau 48 jam untuk jamur, dilanjutkan dengan test panel aroma dari 4 panelist.



Gambar 5. Contoh gambar bakteri (atas) dan jamur (bawah) yang mengemisikan aroma (senyawa folatil).

Keterangan:

- Mlt = melati;
- Mwr = mawar;
- Pdn = pandan;
- Srh = sereh;
- Kbj = Kamboja.

Angka dibelakang kode isolate menunjukkan nomor isolate.

Isolat Bakteri

Secara keseluruhan, isolat bakteri beraroma positif (+) diperoleh 12 isolat (Tabel 2), dengan aroma dan level aroma bervariasi, dari aroma yang tidak jelas, dan beberapa isolate yang beraroma sedikit seperti inangnya namun dengan intensitas

yang jauh lebih rendah dan tercampur dengan aroma lain yang cukup sulit untuk mendisripsikannya. Namun demikian aroma tersebut positif. Isolat-isolat yang diperoleh beraroma sedap, segar, manis, seperti salak, seperti alcohol, seperti ragi roti, dan beberapa isolate yang mirip dengan aroma inangnya. Isolat yang beroma yang tidak sedap (busuk) tidak diperhitungkan.

Tabel 2. Sumber bahan dan banyaknya isolate yang diperoleh

No.	Sumber/bahan	bakteri	Jamur
1.	Bunga mawar	3	3
2.	Pelepah sereh	2	1
3.	Bunga Melati	3	2
4.	Bunga kamboja kuning	1	1
5.	Bunga cempaka	0	1
6.	Buah singapore	0	5
7.	Daun pandan	3	2
Total		12	14

Jumlah isolate dan sumber (inang) dari isolat disajikan pada Tabel 3. Ditunjukkan dalam Table 3, bahwa, aroma mendekati mawar, sereh, melati, kamboja dan pandan didapat dari intensitas sangat lemah hingga sedang.

Tabel 3. Isolat Bakteri, Jenis dan Intensitas Aroma

Tabel	Jenis aroma dan Intensitas	Intensitas
Jmwr1	Blm jelas	
Mwr2	Mawar	Sangat lemah
Mwr3	Mawar	Sangat lemah
Mlt1	Melati	Sangat lemah
Mlt2	Melati	Lemah
Mlt3	Melati	lemah
Pdn1	Pandan	Sangat lemah
Pdn2	Segar sari tebu, alcohol	Lemah
Pdn3	Segar sari tebu, alcohol	Lemah
Srh2	Sereh	Sangat lemah
Srh2	Sereh	Lemah-sedang
Kbj	kamboja	Sangat lemah

Isolat bakteri Pdn2 dan Pdn3 memberi aroma yang khas lebih enak dibanding aroma isolate yang lain dan mempunyai intensitas aroma sedang, yakni aroma segar seperti tebu dan alcohol.

Isolat Jamur

Sebanyak 14 isolat jamur didapatkan dari bahan alam tersebut di atas dengan jenis aroma yang bervariasi dan tingkat aroma yang bervariasi. Hampir semua isolate mengemisikan aroma sedap/positif, namun sebagaimana pada isolate bakteri, intensitas aroma inang pada isolate sangat lemah hingga sedang. Kebanyakan isolate

mengemisikan aroma campuran. Aroma ragi roti diperoleh 6 dari 14 isolat, aroma lakohol 2 dari 14 isolat, aroma Singapore didapatkan 6 dari 14 isolat. Sedangkan isolate yang mengemisikan aroma mirip aroma inangnya ditemukan 4 isolat dengan intensitas sangat lemah, yakni mawar, melati, sereh dan Singapore (Tabel 4). Aroma yang bervariasi jenis dan intensitasnya tersebut, terdapat isolate-isolat yang mempunyai aroma enak/sedap lebih dari isolate yang lain (dicetak miring).

Persistensi Test

Percobaan persistensi aroma dilakukan dalam rangka melihat kemungkinan untuk apakah senyawa yang beraroma dieksresian ke luar medium yang dapat membuat medium cair menjadi beraroma?. Dalam percobaan ini hanya digunakan isolate jamur, berhubung isolate bakteri beraroma busuk dalam medium cair. Untuk itu isolate ditumbuhkan pada medium cair nutrient Broth (NB) pada suhu 30°C selama 24 jam untuk bakteri dan pada medium yeast malt (YM) suhu ruang selama 48 jam untuk jamur. Test panel aroma menunjukkan tidak tercium aroma sedap dari semua isolate jamur. Dari isolate bakteri tercium aroma busuk khas bakteri.

Tabel 4. Kode isolate, jenis dan intensitas aroma

No/kode isolat	Jenis aroma	Intensitas Aroma
1. Jmwr1	Mawar,	sangat lemah
2. Jmwr2	Mawar,	lemah-sedang
3. Jmwr3	Mawar, ragi roti, salak, enak,	Sedang
4. Jmlt1	Melati,	Lemah
5. Jsrh	Sereh,	lemah-sedang
6. Jpdn1	Pandan,	sangat lemah
7. Jpdn2	Salak, manis,	Sedang
8. Jkbj	Kamboja, ragi roti,	lemah-sedang
9. Jcmp	Salak, ragi roti, cempaka,	lemah-sedang
10. Jsng1	Salak, ragi roti, singapore,	lemah-sedang
11. Jsng2	Salak, ragiroti, alcohol, singapore,	Sedang
12. Jsng3	Singapore,	lemah-sedang
13. Jsng4	Ragi roti, singapore	sangat lemah
14. Jsng5	Singapore, alcohol,	lemah-sedang

Hasil panel jenis aroma dan intensitasnya menunjukkan bahwa aroma yang diemisikan oleh isolate-isolat yang didapatkan dari bahan alam, bervariasi. Dari segi jenis aroma tidak selalu mengemisikan aroma seperti aroma inangnya, meskipun ditemukan isolate yang mirip dengan aorma inangnya dengan intensitas yang sangat

lemah. Aroma yang diemisikan dari isolate-isolat tersebut aroma ragi roti, alcohol, manis, aroma salak, dan aroma tebu. Intensitas aroma yang diemisikan hanya berkisar sangat lemah hingga sedang (skor 4 dari aroma kuat skor 5). Sedang aroma aslinya diberi skor 20.

Fenomena berbeda aroma dari aroma inang dan rendahnya intensitas aroma ini kemungkinan bahwa dalam proses produksi aroma dalam tumbuhan inangnya, misalnya pada bunga mawar, ada keterlibatan dari inang. Gen-gen yang diisolasi dari tanaman mawar seperti gen *ODORANT1* ikut mengatur sintesis fragrant/aroma pada bunga petunia (Verdonk, *et. al.*, 2005), gen *OOMT1 - OOMT4* pada bunga mawar (Scalliet, *et. al.*, 2002) dan gen *shNUDX1* pada bunga mawar (Magnard, *et. al.*, 2015) terexpressi bersamaan dengan emisi aroma. Meskipun hasil analisis dari 200 senyawa, tidak satupun merupakan hasil emisi dari mikroba tunggal (Wang, *et. al.*, 2016). Namun pertanyaan besar apakah gen tersebut benar-benar berasal dari tanaman mawar ataukah terisolasi dari bakteri yang terdapat pada bunga mawar, mengingat bahwa setiap tanaman biasanya megandung mikroba baik sebagai mikroba endofit ataupun filofser. Selanjutnya (Gupta, *et. al.*, 2015) melaporkan bahwa mikroba secara individu mampu menghasilkan senyawa folatil yang beraroma khas bunga, buah atau bagian lain dari inang. Sebagai contoh aroma seperti mawar diemisikan oleh yeast *Rodotorulla minuta* dengan senyawa citronellal, aroma kacang almond oleh fungi *Ischnoderma benzoinum* dengan senyawa benzaldehyde dan aroma coklat diemisikan oleh yeast *kluveromyces sp* dengan senyawa Thaumatin dan monellin (Gupta, *et. al.*, 2015). Keberadaan senyawa volatile dapat digunakan untuk mendeteksi infeksi mikroba tertentu. (Sahrabi, *et. al.*, 2017). Dengan demikian bahwa mikroba juga terlibat dalam dan bahkan menghasilkan senyawa beraroma sendiri.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Gupta, *et. al.*, (2015) dan Sharobi, *et. al.*, (2017). Aaroma yang paling sering didapatkan adalah aroma ragi roti, namun aroma segar seperti salak manis dan tebu juga dapat ditemukan. Masih tercium aroma pada subkultur murni mengindikasikan bahwa isolate-isolat tersebut membawa gen yang terlibat dalam biosintesis aroma (lihat, Table 4) meskipun dengan aroma yang tidak sama persis dengan aroma inang dan dengan intensitas sangat lemah hingga sedang. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa adalah mungkin untuk mendapatkan isolate mikroba yang diisolasi dari bahan alam yang beraroma seperti inangnya dan menunjukkan bahwa

aroma yang didapatkan tidak selalu mirip aroma inang, namun sedap atau positif.

Peristensi dari aroma tidak bertahan lama, setelah kultur kedua dalam medium cair, test panel tidak menunjukkan bahwa aroma yang sebelumnya diemisikan. Keterlibatan gen-gen/enzim-enzim inang mungkin diperlukan. Dugaan sementara mungkin karena substratnya tidak tersedia. Kelompok peneliti kemudian mencoba untuk memberikan substrat ekstrak tebu /sari tebu atau sari tebu diperkaya yeast ekstrak dan garam. Dipilihnya tebu sebagai medium jamur karena sari tebu memiliki nutrisi yang lebih lengkap dibanding dengan hanya menabahkan gula. Penambahan sari tebu dengan ekspektasi bahwa isolate akan mensintesis senyawa folatil. Sari tebu diperoleh dari pedagang sari tebu di Jln Arya Banjar Getas Mataram. Masing-masing isolate jamur (8 isolat) diinokulasikan ke dalam 8 ml medium 1 (sari tebu) atau medium 2 (sari tebu ditambahkan yeast 2% yeast ekstrak dan 5 gr/L NaCl). Dalam percobaan ini digunakan 20 ml tabung reaksi, dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 48 dan dilakukan dalam duplo. Setelah 48 jam setelah inokulasi, hasil percobaan menunjukkan bahwa semua tabung reaksi mengemisikan aroma sari tebu, seperti aroma mediumnya, namun dengan intensitas aroma lebih kuat dari medium tanpa isolat.

Aroma sari tebu yang lebih kuat dibanding aroma mediumnya menunjukkan bahwa ada kemungkinan isolate tersebut masih mempunyai kemampuan dalam mensintesis dan mengemisikan senyawa volatile. Dari hasil tersebut peneliti berspekulasi kemungkinan jamur yang bermycelium tersebut memerlukan udara yang lebih untuk tumbuh dan mengemisikan aroma. Dengan demikian, peneliti melanjutkan penelitian dengan menumbuhkan jamur pada medium PDA dalam cawan petri sehingga jamur dapat tumbuh leluasa. Hasil percobaan menunjukkan bahwa dalam medium PDA jamur mengemisikan kembali aroma yang ada sebelumnya. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa isolate-isolat tersebut mempunyai peristensi dalam mengemisikan aroma sedap.

Temuan ini membuka diskusi baru bagaimana meningkatkan intensitas yang aroma dan bagaimana memperoleh jenis aroma yang diinginkan. Memodifikasi media dengan peningkatan suplay carbon dan nitrogen dapat meningkatkan senyawa volatil (Hosoglu, 2018). Dalam penelitian ini belum ditemukan formula yang tepat untuk meningkatkan aroma dan atau menentukan aroma yang diinginkan. Pendekatan Rekayasa genetik untuk menghasilkan senyawa

volatil dapat pula dilakukan terhadap tanaman terkait, terhadap isolate yang ditemukan ataupun menggunakan mikroba model. Rekayasa terhadap tanaman terkait lebih dapat diyakinkan bahwa substrat serta gen-gen atau enzim-enzim yang terlibat dalam penyusunan senyawa folatil beraroma tersedia pada tanaman tersebut.

Aroma harum mawar membuat banyak peneliti memfokuskan pada tanaman ini. Senyawa volatil utama (>70%) yang menyusun aroma pada bunga mawar adalah monoterpe terutama geraniol. Monoterpen pada umumnya disintesis di chloroplast. Namun telah ditemukan gen *RhNUDX1* yang terekspresi di sitoplasma, mawar mengemisikan senyawa volatil mengekspresikan gen ini sebaliknya mawar yang tidak mengemisikan aroma wangi tidak mengekspresikan gen ini (Magnard *et. al*, 2015). Gen lain yang juga terekspresikan hanya pada bunga yang beraroma antara lain keluarga gen Orcinol Omtehytransferase *OOMT1*, *OOMT2*, *OOMT3* dan *OOMT4* (Scalliet *et. al*, 2004). Sedang factor transkripsi *ODORANT1* merupakan kunci pengaturan pembentukan senyawa volatil melalui jalur sikimat pada bunga petunia (Verdonk *et. al*, 2005). Masih banyak lagi gen-gen yang merupakan pengatur bagiterbentuknya senyawa volatil yang mempengaruhi aroma pada bunga atau pada bagian tanaman tertentu. Dengan demikian, gen *RhNUDX1*, gen *ODORANT1* dan *OOMT1-OOMT4* merupakan beberapa dari banyak kandidat yang menarik untuk dicoba untuk rekayasa genetik pada mawar, terutama gen *RhNUDX1*.

Untuk rekayasa genetika pada mikroba, gen-gen tersebut juga menarik untuk dicoba kemudian lihat apa yang terjadi, mengingat bahwa pada awal diisolasi isolate-isolat tersebut masih mampu mengemisikan senyawa volatil dengan aroma emisi sedap/positif.

Kesimpulan

Telah didapatkan 12 isolat bakteri dan 14 isolat jamur yang mamupu menghasilkan aroma sedap dari bahan alam: 3 isolat bakteri dan 3 isolat jamur dari bunga mawar; 2 isolat bakteri dan 1 isolat jamur dar pelepah sereh; 3 isolat bakteri dan 3 isolat jamur dari bunga melati; satu isolate jamur dari bunga cempaka; 1 isolat bakteri dan 1 isolat jamur dari bunga kamboja kuning; 5 isolat jamur dari buah Singapore matang dan 3 isolat bakteri dan 2 isolat jamur dari daun Pandan. Adapun intensitas dan aroma bervariasi, namun semuanya sedap.

Ucapan Terimakasih

Penelitian ini dibiayai dari DNA PNPB Universitas Matara 2017/2018. Terimakasih kepada PNPB Universitas Mataram. Terima kasih juga kepada Dra. Dewa Ayu Citra Rasmi, M.Si (anggota 1) yang telah melakukan isolasi baketri dan jamur dari bahan alam dan Dr. Syamsul Bahri, M.Si (anggota 2) yang telah menyediakan bahan-bahan alam dan medium kultur untuk isolasi.

Daftar Pustaka

- Ahmad, D., Sahoo, D , Ahmad, J. and Tandon, S. 2009. GC-MS Composition of Rose Oil (Rosa damascena) of Different Agro Climatic Regions of North India. *Asian Journal of Chemistry*, 21 (6), 4643-4647, dilihat april 2018. <http://www.asianjournalofchemistry.co.in>
- Astuti, W. dan Putra, N.N. 2014. Peningkatan kadar geraniol dalam minyak sereh wangi dan aplikasinya sebagai bio additive gasoline. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(1), 2014. Dilihat April 2018. <http://web.journal.unnes.ac.id/>
- Barkham, T. (2002). Sniffing Bacterial Cultures on Agar Plates: a Useful Tool or a Safety Hazard? *J Clin Microbiol*. 2002. doi: [10.1128/JCM.40.10.3877.2002](https://doi.org/10.1128/JCM.40.10.3877.2002)
- Bota, W., Supono, M. dan Rondonuwu, F.S. 2015. Potensi Senyawa Minyak Sereh Wangi (Citronellol Oil) dari Tumbuhan *Cymbopogon nardus* L. Sebagai Agent Anti Bakteri. *Proceeding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta*. Diakses: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/548/514>
- Boukhatem, MN; Ferhat, MA; Kameli A; Saidi F and Kebir HT (2014). Lemon grass (*Cymbopogon citratus*) essential oil as a potent anti-inflammatory and antifungal drugs. *Libyan J Med*, 9, doi: [10.3402/ljm.v9.2543](https://doi.org/10.3402/ljm.v9.2543)
- Carnesecchi, S., Schneider, J., Ceraline, B., Duranton, F., Gosse, N. S., Raul, F., 2001. Geraniol, a component of plant essential oils, inhibits growth and polyamine biosynthesis in human colon cancer cells. *The Journal of*

- pharmacology and experimental therapeutics*. 301(2), 625-630.
[doi: 10.1124/jpet.301.2.625](https://doi.org/10.1124/jpet.301.2.625)
- Chen and Biljoen, 2010. Geraniol, A review of a commercially important fragrance material. *South African Journal of Botany*. 76(4): 643-651.
<https://www.sciencedirect.com>
- D'Alessandro, M., Erb, M., Ton, J., Brandenburg, A, Karlen D, Zopfi, J. and Turlings, T.C.J. 2014. Volatiles produced by soil-borne endophytic bacteria increase plant pathogen resistance and affect tritrophic interactions. *Plant, Cell and Environment* 37: 813–826. [doi: 10.1111/pce.12220](https://doi.org/10.1111/pce.12220)
- De Oliveira, W.A., Pereira, F.D.O., Luna, G.C.D.G.D, Lima, I.O., Wanderley, P.A., Lima, B.D. and Lima, E. 2011. Antifungal activity of *Cymbopogon winterianus* Jowitt ex bor against *Candida albicans*. 42(2), 433–44. [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/doi: 10.1590/S1517-83822011000200004](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/doi/10.1590/S1517-83822011000200004)
- Dobrova, A. Velcheva, A. Bardarova, V and Bardarov, K. 2013. Chemical composition of different genotypes oil bearing roses. *Bulg. J. Agric. Sci.*, 19, 1213-1218.
<https://www.agrojournal.org/>
- Dhifi, W., Bellili, S., Sabrine, J., B and Wissem M., Nahar, L. 2016. Essential Oils' Chemical Characterization and Investigation of Some Biological Activities: A Critical Review. *Medicines (Basel)*. 3(4), 25.
[doi: 10.3390/medicines3040025](https://doi.org/10.3390/medicines3040025)
- Drawert, F. and Barton, H. 1978. Biosynthesis of flavor compounds by microorganisms. 3. Production of monoterpenes by the yeast *Kluyveromyces lactis*. *J, Agric, Food Chem*, 26 (3), 765–766.
[doi: 10.1021/jf60217a029](https://doi.org/10.1021/jf60217a029)
- Ekpenyong, C.E, Akpan EE, 2017. Use of *Cymbopogon citratus* essential oil in food preservation: Recent advances and future perspectives. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 57(12), 2541-2559.
[doi: 10.1080/10408398.2015.1016140](https://doi.org/10.1080/10408398.2015.1016140).
- Guterman, I., Shalit, M., Mend, N., Piestun D., Dafny-Yelin, M., Shalev, G., Bar, E., Davydov, O., Ovadis, M., Emanuel, M., Wang, J., Adam, Z., Pichersky, E., Lewinsohn, E., Zamir, D., Vainstein, A., and Weiss, D. 2002. Rose Scent, Genomics Approach to Discovering Novel Floral Fragrance-Related Genes. *The Plant Cell*, Vol. 14, 2325–2338.
[doi: ttps://doi.org/10.1105/tpc.005207](https://doi.org/10.1105/tpc.005207)
- Hofmann, N.R. 2013. Volatile Organic Compounds: A Bacterial Contribution to Plant Sulfur Nutrition. *The Plant Cell*, Vol. 25: 238.
[doi:https://doi.org/10.1105/tpc.113.250712](https://doi.org/10.1105/tpc.113.250712)
- Lima, A., Pérez A., Sous,a J.P., Pinheiro, L.S, Oliveira-Filho A.A., Siqueira-Júnir J.P., Lima, E.O. 2017. Antifungal Activity of Geraniol on *Candida albicans* Isolates of Pediatric Clinical Importance. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research* 9(4), 581-586. [doi: 10.25258/phyto.v9i2.8131](https://doi.org/10.25258/phyto.v9i2.8131)
- Lopez-Romero, J.C., González-Ríos, H., Borges, A. and Simões, M. 2015. Antibacterial Effects and Mode of Action of Selected Essential Oils Components against *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. Article ID 795435, 9 pages.
doi.org/10.1155/2015/795435
- Lucches, E., F., Chemat, J., Smadja. 2004. An original solvent free microwave extraction of essential oils from spices. *Flavour Fragr. Journal*, 19: 134-138.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ffj.1274>
- Madeira., P.L.B., Letícia, T., Carvalho, Marco A, B, Paschoal, duardo M, de Sousa, Eduardo B. Moffa, Marcos A, dos Santos da Silva, Rudys, de, Jesus, Rodolfo Tavares and Letícia M, Gonçalves, 2016. In vitro Effects of Lemongrass Extract on *Candida albicans* Biofilms, Human Cells Viability, and Denture Surface. *Front. Cell. Infect. Microbiol*. Vol. 6.
doi.org/10.3389/fcimb.2016.00071
- Magnard, J.L., Rocchia, A., Caissard, J.C., Vergne, P., Sun, P., Hecquet, R, Dubois, A., Hibrand-Saint, O.L., Jullien, F., Nicolè, F., Raymond, O., Huguët, S., Baltenweck, R, Meyer, S., Claudel, P., Jeauffre, J., Rohmer, M., Foucher, F., Huguëny, P., Bendahmane, M. and Baudino, S. 2015. Plant Volatiles Biosynthesis of monoterpene scent compounds in roses. *Science*. 349 (6243):81-3.
[doi: 10.1126/science.aab0696](https://doi.org/10.1126/science.aab0696)
- Maldau, D.G., Meldau, S., Hoang, L.H., Underberg, S., Wünsche, H., Baldwin, I.T.

2013. Dimethyl disulfide produced by the naturally associated bacterium *Bacillus* sp. B55 promotes *Nicotiana attenuata* growth by enhancing sulfur nutrition. *Plant Cell*. 25, 2731–2747.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26138978>
- Mason, R. L., and Nottingham, S. M. 2002. *Sensory evaluation manual*. Phitsanulok, Thailand: Naresuan University.
- Mohamed, B.A.A., Nancy, R., Hofmann. 2013. Volatile Organic Compounds: A Bacterial Contribution to Plant Sulfur Nutrition. *Plant Cell*. 25(7), 2381.
[doi: 10.1105/tpc.113.250712](https://doi.org/10.1105/tpc.113.250712).
- Peñuelas, J., Farrell-Armengol, G., Lusía, J., Gargallo-Garriga, A., Rico, L., Sardan, S., Fillella, I. and Terradas, J. 2014. Removal of floral microbiota reduces floral terpene emissions. *Scientific Reports*, 4(6727). [doi: 10.1038/srep06727](https://doi.org/10.1038/srep06727)
- Rassem, H., H., A., Nour, A., H., Yunus, R., M., 2016. *Techniques for Extraction of Essential Oils from Plants: A Review*. *Plant Australian*. Diakses. <http://www.asianjournalofchemistry.co.in/>
- Scalliet, G, Journot, N, Jullien, F, Baudino, S, Magnard, J., L., Channelière, S., Vergne, P., Dumas, C., Bendahmane, M., Cock, J.,M. and Hugueney, P. 2002 Biosynthesis of the Major Scent Components 3,5-Dimethoxytoluene and 1,3,5-Trimethoxybenzene by Novel Rose O-Methyltransferases. *FEBS Letters*, 523, 113-118.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed>
- Sharifi, R. and Ryu, Choong-Min. 2016. Are Bacterial Volatile Compounds Poisonous Odors to a Fungal Pathogen *Botrytis cinerea*, Alarm Signals to *Arabidopsis* Seedlings for Eliciting Induced Resistance, or Both? *Front. Microbio.* [doi. https://doi.org/10.3389](https://doi.org/10.3389)
- Sohrabi, M., Zhang, L., Zhang, K., Ahmetagic A and Wei, M. Q. 2017. Volatile Organic Compounds as Novel Markers for the Detection of Bacterial Infections. *Clinical Microbiology*:
<https://www.omicsonline.org/>
- Tajidin, N., E., Ahmad, S., H., Rosenani, A. B., Azimah, H., and Munirah, M. 2012. Chemical composition and citral content in lemongrass (*Cymbopogon citratus*) essential oil at three maturity stages. *African Journal of Biotechnology*, 11(11), pp. 2685-2693.
<https://www.tandfonline.com/doi/.../10408398.2018.143753>
- Vandamme, E., J, 2003. Bioflavours and fragrances via fungi and their enzymes. *Fungal Diversity* 13: 153-166.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.722>
- Verdonk, J.C., Haring, M.A., van Tunen, A. and Schuurink, R.C. 2005. *DORANT1* Regulates Fragrance Biosynthesis in *Petunia* Flowers. *FEMS Microbiology Reviews*, 39(2), 222–233.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>
- Xu, Y., Lu, H., Wang, X., Zhang, K.Q. and Li. G.H. 2015. Effect of Volatile Organic Compounds from Bacteria on Nematodes. *Chemistry and Biodiversity Research Article*.
[Doi: 10.1002/cbdv.201400342](https://doi.org/10.1002/cbdv.201400342)
- Zhu, J., Bean, H.D., Kuo, Y.M. and Hill, J.E., 2010. Fast Detection of Volatile Organic Compounds from Bacterial Cultures by Secondary Electrospray Ionization-Mass Spectrometry. *J. Clin. Microbiol.* 48 (12), 4426-4431.
[doi: 10.1128/JCM.00392-10](https://doi.org/10.1128/JCM.00392-10)