

ISBN : 978-602-9030-49-5

# PROSIDING

**Bidang: Analisa Pangan dan Pangan Fungsional**

## SEMINAR NASIONAL PATPI 2013

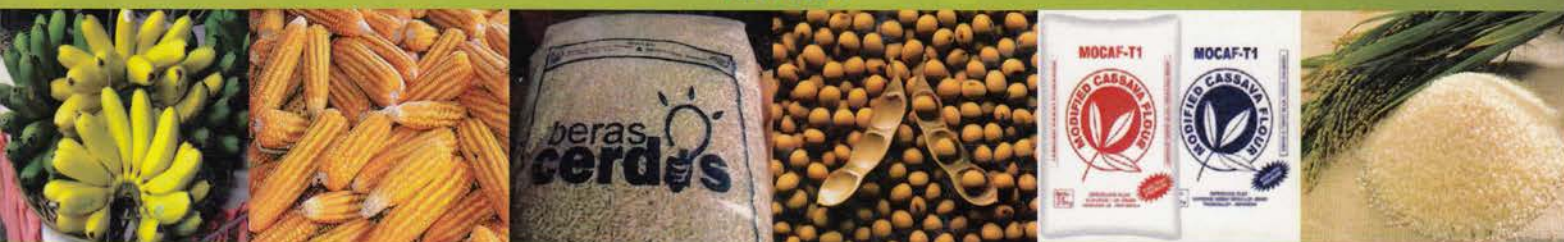
**“Peran Teknologi Dan Industri Pangan Untuk Percepatan Tercapainya Kedaulatan Pangan Indonesia”**

Disponsori Oleh:  | PT. TIGA PILAR SEJAHTERA FOOD Tbk.

**HOTEL ASTON**  
Jember | 26-29 Agustus 2013



SEMINAR NASIONAL  
PATPI 2013



Disponsori Oleh:





PT. TIGA PILAR SEJAHTERA FOOD Tbk.

[www.tigapilar.com](http://www.tigapilar.com)

Diselenggarakan Oleh:



**IKATAN ILMUWAN  
INDONESIA  
INTERNASIONAL**



## PENDAHULUAN

Pangan merupakan kebutuhan primer manusia. Penyediaan pangan harus mampu memenuhi kebutuhan masyarakat baik kuantitas maupun kualitasnya termasuk nilai gizi, tingkat keamanan, dan fungsionalnya. Teknologi pangan berkontribusi terhadap keragaman dan kemudahan penyediaan pangan bagi masyarakat. Melalui teknologi, perkembangan industri pangan dan kuliner mampu menjadi lebih maju.

Pangan yang disediakan oleh produse nmerupakan produk dari suatu industri baik industri skala kecil, menengah maupun besar. Industri kecil dan menengah cukup berperan dalam penyediaan produk pangan bagi masyarakat. Partisipasi aktif akademisi, masyarakat, industri, dan pemerintah terkait penyediaan pangan sangat diperlukan untuk terwujudnya ketahanan dan Kedaulatan Pangan Indonesia. Ketahanan pangan memiliki target terpenuhinya kebutuhan pangan di tingkat rumah tangga dalam jumlah yang cukup, aman, bermutu, bergizi, beragam, dan dengan harga yang terjangkau oleh daya beli masyarakat. Ketahanan pangan yang dicapai oleh suatu negara yang didukung dengan kemandirian pangan akan mewujudkan tercapainya kedaulatan pangan.

Ketahanan pangan berbasis pada kekuatan sumber daya lokal akan mengurangi atau meniadakan ketergantungan pada komoditas atau produk impor sehingga menciptakan kemandirian pangan. Partisipasi aktif dan peran serta segenap unsur masyarkat diharapkan dan menjadi kunci demi terwujudnya kedaulatan pangan nasional.

Industri pangan sangat besar kontribusinya pada pencapaian kedaulatan pangan nasional. Peran industri pangan meliputi aplikasi dan pengembangan teknologi pengolahan produk pangan olahan untuk meningkatkan mutu produk pangan agar lebih aman, awet, layak dikonsumsi dan terjangkau harganya oleh masyarakat. Komoditas lokal dapat diolah menjadi produk pangan yang memiliki nilai jual lebih baik. Proses pendistribusian pangan juga menjadi lebih mudah. Oleh karena itu keberadaan industri pangan memiliki peran strategis dalam meningkatkan ketersediaan, akses serta kualitas konsumsi pangan.

Sumber daya lokal yang berupa beberapa komoditas pangan di antaranya memiliki sifat yang mudah rusak, selain itu juga bersifat musiman. Produk pangan lokal terkadang masih memiliki kualitas produk yang beragam bahkan rendah, namun dengan kekhasan yang dimiliki merupakan suatu potensi untuk terus dikembangkan. Melalui pengembangan ilmu dan teknologi pangan diharapkan mampu meningkatkan pencapaian kedaulatan pangan bangsa Indonesia.

Penguasaan kualitas bahan baku, teknologi proses, penerapan manajemen industri yang baik dan perhatian terhadap aspek keamanan dan kesehatan produk pangan harus diterapkan oleh industri pangan Indonesia untuk dapat menopang ketahanan pangan nasional dan mempunyai daya saing dalam perdagangan bebas. Salah satu bentuk komitmen "PATPI" sebagai asosiasi ahli teknologi pangan di Indonesia terhadap pengembangan teknologi dan industri pangan yang berdaya saing di Indonesia direalisasikan melalui kegiatan **Seminar Nasional yang bertema: "Peranan Teknologi dan Industri Pangan untuk Percepatan Tercapainya Kedaulatan Pangan Indonesia"**.



## DAFTAR ISI

|   | Halaman |
|---|---------|
| HALAMAN JUDUL.....  | i       |
| HALAMAN SPONSOR.....  | ii      |
| PENDAHULUAN.....  | iii     |
| DAFTAR ISI.....   | iv      |
| KATA PENGANTAR.....   | xx      |
| SAMBUTAN KETUA PATPI PUSAT.....   | xxi     |
| SAMBUTAN KETUA PATPI JEMBER.....  | xxiii   |
| PIHAK PENYELENGGARA.....  | xxv     |
| <b>ORAL BIDANG KAJIAN ANALISIS PANGAN DAN PANGAN FUNGSIONAL</b>   |         |
| <b>(KODE A)</b> .....   | 1       |
| Pemanfaatan Ubi Jalar Kuning Sebagai Alternatif Untuk Meningkatkan Provitamin A Dan Pewarna Alami Pada Makanan Tradisional Kue Singkong (Cassaubi) (The Use Of Yellow Sweet Potato As An Alternative To Increased Provitamin A And Natural Dyes In Traditional Food Cake Cassava "Cassaubi" ) |         |
| Dyah Titin Laswati.....   | 1       |
| Efek Hipoglikemik Pada Tikus Wistar Diabetes Yang Diinduksi Dengan <i>Streptozotocin</i> Pasca Pemberian Cuka Salak( <i>Salacca Vinegar</i> ) ( <i>Hypoglycemic Effects Of Diabetes Wistar Rat Induced By Streptozotocin Post-Consumption Of Apple Cider Vinegar</i> )                        |         |
| Elok Zubaidah.....  | 9       |
| Karakterisasi Gula Cair Batang Sorgum ( <i>Sorghum sp</i> ) [ <i>Characterization Of Liquid Sugar Stem Sorghum (Sorghum Sp)</i> ]   |         |
| Endang Noerhartati.....   | 18      |
| Inhibisi Alfa-Amilase Dan Alfa-Gluosidase Teh Hijau Dipengaruhi Oleh Cara Penyeduhan Dan Proses Pencernaan  |         |
| Endang Prangdimurti.....  | 29      |

|  |     |
|--|-----|
| Minuman Fungsional Bubuk Bekatul Padi Berflavor Untuk Pencegahan Penyakit Tidak Menular( <i>The Functional Drink Of Flavored Rice Bran Powder For Non Communicable Disease Prevention</i> )<br>Evy Damayanthi..... | 38  |
| Pengaruh Suplementasi Isolat Protein Sorghum Terhadap Sifat Kimia, Biologis Dan Organoleptik Biskuit Sorghum<br>Fatim Illaningtyas .....   | 51  |
| Produksi Biomassa Dan Potensi Nutrisi Mikroalga <i>Nannochloropsis</i> Sp. K4(Biomass Production And Potential Nutrition Of Microalgae <i>Nannochloropsis</i> Sp. K4)<br>I Wayan Arnata .....                      | 67  |
| Stabilitas Antioksidan Jelly Drink Pepaya-Nanas Dengan Penambahan Ekstrak Biji Buah Somba Selama Penyimpanan<br>Isti Handayani .....   | 78  |
| Pengaruh Berbagai Jenis Teh Terhadap Kadar Glikogen Hati Dan Otot Tikus Hiperglikemik<br>Lilik Kustiyah.....   | 90  |
| Pengembangan Produk Minuman Sari Buah Tomat Dan Bekatul Sebagai Minuman Fungsional ( <i>The Product Development Of Tomato Juice And Rice Bran Drink As Functional Drink</i> )<br>Lilik Kustiyah.....               | 104 |
| Kajian Kandungan Kimia Dan Toksisitas Kulit Biji Kakao Dengan Metode <i>Brine Shrimp Letality Test</i> (Bslt)<br>Mohamad Djali.....  | 112 |
| The Study Of Stability Of Four O'clock Flower ( <i>Mirabilis Jalapa</i> Linn) Extract In Different Ph And Temperature<br>Nani Pasaribu .....   | 131 |



|  |     |
|--|-----|
| Pengaruh Ubi Jalar Ungu ( <i>Ipomoea Batatas</i> Poir. Cv <i>Ayamurasaki</i> )<br>Terfermentasi Terhadap Profil Lipid Tikus Putih Jantan Yang Diberi Diet<br>Tinggi Lemak<br>Nimas Ajeng.....  | 142 |
| Pengukuran Sifat Fisik, Penentuan Kandungan Antosianin Dan Aktivitas<br>Penangkapan Radikal Dpph Dari Fraksi Empat Varietas Beras Hitam<br>Nurlaili, E.P .....   | 150 |
| Karakterisasi Minyak Bekatul Berdasarkan Rasio Pelarut, Pengadukan,<br>Dan Waktu Ekstraksi<br>Ratna Handayani .....  | 157 |
| Effect Of Sodium Hexamethaphosphate On Dietary Fiber-Antioxidant<br>Proerties Extracted From Green Cincau ( <i>Premnaoblongifoliamerr</i> )<br>Leafs [Pengaruh Sodium Hexamethaphospat Terhadap Karakteristik<br>Serat Pangan-Antioksidan Yang Diekstraksi Dari Daun Cincau Hijau<br>( <i>Premnaoblongifoliamerr</i> )]<br>Samsu U Nurdin..... | 168 |
| Roti Manis Tepung Daun Kelor Kaya Antioksidan ( <i>The Sweet Bread Of<br/>Moringa Leaf Powder Rich Antioxidant</i> )<br>Sudaryati H.P.....   | 176 |
| Karakter Fisik Dan Kimia Beras Analog " Si Jalai" (Singkong-Jagung-<br>Kedelai) ( <i>Physical And Chemical Characteristics Of Analog Rice From<br/>Composite Flour Of Cassava, Corn And Soyabeans</i> )<br>IWayan Sweca Yasa .....   | 184 |
| Keberadaan Beberapa Senyawa Fitokimia Pada Cookies Jengkol<br>( <i>Pitheocolobium Jiringa</i> )<br>Thomas Ghozali.....   | 192 |

|  |     |
|--|-----|
| Pengaruh Perbandingan Sukrosa Dan Glukosa Dengan Konsentrasi Gelatin Terhadap Karakteristik Permen Jeli Santan Kelapa ( <i>Cocos Nucifera</i> L)   |     |
| Thomas Gozali.....   | 203 |
| Efek Antidiare Minuman Fungsional <i>Jelly Drink</i> Cincau Hitam ( <i>Mesona Palustris</i> Bl)  |     |
| Tri Dewanti Widyaningsih.....  | 213 |
| Uji Organoleptik Ikan Nila ( <i>Oreochormis Niloticus</i> ) Asap Dengan Suhu Destilasi Dan Kosentrasi Berbeda [Sensory Test Of Smoke Tilapia ( <i>Oreochormisniloticus</i> ) With Variation Of Distillation Temperature And Concentration] |     |
| Wahyudi David.....   | 225 |
| Perubahan Citarasa Kopi Biji Robusta Selama Penyimpanan Pada Hasil Panen Tahun Berjalan  |     |
| Yhulia Praptiningsih .....   | 232 |
| Kajian Pengaruh Konsentrasi Asap Cair Terhadap Beberapa Komponen Mutu Dendeng Sapi Tradisional Siap Makan  |     |
| Baiq Rien Handayani .....  | 239 |
| Pengaruh Proses Penepungan Terhadap Kandungan Senyawa Volatil Dalam Beras Organik Lokal<br>(Effect Of Milling To Volatile Compound Contents In Local Organic Rice)   |     |
| Paini Sri Widyawati .....  | 247 |
| Pengaruh Penyangraian Dengan Metode <i>Oil-Bath</i> Terhadap Atribut Sensoris Pasta Cokelat Gelap ( <i>Dark Chocolate</i> )  |     |
| M. Iqbal Prawira-Atmaja.....   | 260 |



Pengaruh Oksidasi Hancuran Kasava Asam Dengan Hidrogen Peroksida Dan Katalisis Uv-C Dalam *Tumbler* Terhadap *Baking Expansion*

Gunawan Priadi ..... 267

Analisis Proksimat Biji Palado (*Aglaia sp.*) Sebagai Alternatif Sumber Pangan Berbasis Lokal

Syamsul Rahman..... 279

Optimasi Suhu Dan Waktu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Pektin Kulit Durian

Dini A. Sandrasari ..... 289

Analisis Kandungan Lignoselulosa Kulit Kopi Robusta Hasil Pengolahan Metode Kering

Ahib Assadam..... 297

## **PENGARUH PROSES PENEPUANGAN TERHADAP KANDUNGAN SENYAWA VOLATIL DALAM BERAS ORGANIK LOKAL**

**(Effect of Milling to Volatile Compound Contents in Local Organic Rice)**

**Paini Sri Widyawati<sup>1)</sup>, Thomas Indarto Putut Suseno<sup>1)</sup>, Anita Maya Suteja<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup> Staf Pengajar Fakultas Teknologi Pertanian, Unika Widya Mandala Surabaya  
Jl. Dinoyo 42-44 Surabaya 60265

Telp. 031-5678478 ext. 110

Email : [wiwiedt@gmail.com](mailto:wiwiedt@gmail.com)

### **Abstract**

There is public awareness on the importance of health changing consumption pattern from inorganic food to organic food, such as organic rice. Organic red rice Saodah variety, organic white rice Jasmine variety, and organic black rice Java variety are local organic rice cultivated in Sleman, DI Yogyakarta. This commodity is potentially used functional food to export. Organic rice is produced from rice cultivation with principles of organic agricultural and without application of chemicals based on particular standards and has been certified. Red and black rice are contained many phenolic compounds potentially as many biological activities, such as antioxidant, antibacterial, anti inflammation, anticholesterol and so on. Milling is one way of rice diversification to produce the other food. This experiment was done to identify volatile compounds in local organic rice and milling effect of volatile compounds contents. The analysis of volatiles using solid phase micro extraction (SPME) fibres containing carboxen/polydimethylsiloxane (PDMS) in conjunction with GC-MS-O showed that there were different volatile composition of three varieties of local organic rice and its flour. There were 17 volatile compounds the same detected at three varieties of organic local rice. Volatile compound detected of red, black, and white were 41, 41, and 31, respectively. Black rice had aroma including sweet, cereal, green, nutty, creamy, buttery, cooked bean, bean like, and roasted nut. Red rice had many aroma such as green, nutty, buttery, creamy, sweet, cereal, cheesy, pungent, whereas white rice had aroma caramel, green, grassy, nutty, bean, unpleasant, fermented, cooked rice, pandan, stale, sweet, creamy, buttery, cereal, and roasted nut. Milling decreased number and concentration of volatile compounds, resulted new volatile compounds or omitted aroma detected of organic rice.

**Key words :** white organic rice Jasmine variety, red organic rice Saodah variety, black organic rice Java variety, volatile compound, aroma



## Abstrak

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat akan kesehatan, maka mengubah pola kebiasaan masyarakat untuk mengkonsumsi pangan organik, diantaranya beras organik. Beras merah varietas Saodah, beras hitam varietas Jawa, dan beras putih varietas Jasmine merupakan beras organik lokal yang banyak dibudidayakan di daerah Sleman, DI Yogyakarta. Komoditas ini cukup potensial untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional berkualitas ekspor. Hal ini disebabkan beras organik dalam budidayanya tidak menggunakan bahan-bahan kimia seperti pestisida maupun pupuk kimia, sehingga tidak mengandung residu bahan-bahan yang berbahaya bagi kesehatan. Beras merah dan hitam banyak mengandung senyawa fenolik yang berpotensi mempunyai berbagai aktivitas biologis, seperti antioksidan, antibakterial, antiinflamasi, antikolesterol, dsb. Usaha mendiversifikasi beras ini menjadi produk pangan olahan jenis lain, salah satunya dengan cara penepungan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi senyawa volatil dalam beras organik lokal tersebut serta efek proses penepungan pada kandungan senyawa volatilnya.

Analisis senyawa volatile menggunakan fiber solid phase micro extraction (SPME) yang mengandung karboksen/polydimethylsiloxane (PDMS) yang digabung dengan GC-MS-Omenunjukkan bahwa ada perbedaan senyawa volatil yang terdeteksi pada ketiga tepung dan beras organik lokal. Ada 17 senyawa volatil yang sama teridentifikasi pada ketiga sampel beras organik lokal. Senyawa volatil yang teridentifikasi pada beras organik hitam (41 senyawa), beras organik merah (41 senyawa), dan beras organik putih (31 senyawa). Aroma beras organik hitam teridentifikasi adalah *sweety, cereal, green, nutty, creamy, buttery, cooked bean, bean like, roasted nut*. Aroma beras organik merah terdeteksi meliputi *green, nutty, buttery, creamy, sweety, cereal, cheesy, pungent*. Sedangkan aroma beras organik putih terdiri atas *caramel, green, grassy, nutty, bean, unpleasant, fermented, cooked rice, pandan, stale, sweety, creamy, buttery, cereal, roasted nut*. Proses penepungan menurunkan jumlah dan konsentrasi senyawa volatil yang terdeteksi, memunculkan senyawa volatil baru serta menghilangkan aroma yang semula terdeteksi pada beras organik.

Kata Kunci : Beras organik putih varietas Jasmine, beras organik merah varietas Saodah, beras organik hitam varietas Jawa, senyawa volatil, aroma

## PENDAHULUAN

Peningkatan kesadaran masyarakat akan kesehatan mendorong untuk mengkonsumsi makanan yang memberikan efek positif terhadap kesehatan, salah satunya adalah beras organik. Menurut IRRI (2007) bahwa beras organik merupakan beras yang dibudidayakan dengan prinsip pertanian organik atau tanpa pengaplikasian bahan kimia (pupuk kimia maupun pestisida), berdasarkan standar tertentu dan telah mendapatkan sertifikasi dari lembaga mandiri.

Beberapa penelitian telah melakukan identifikasi senyawa volatil dalam beras, hasil menginformasikan bahwa faktor genetik, penanganan sebelum panen (kondisi lingkungan dan metode budidaya), dan penanganan pasca panen (pengeringan, penepungan, penyimpanan, dan cara pemasakan) sangat menentukan aroma dan flavor dari beras (Champagne, 2008). Bryant dan McChung (2011) menginformasikan bahwa beras dapat dikelompokkan ke dalam beras aromatik dan non aromatik berdasarkan kandungan senyawa volatilnya. Fitzgerald *et al.* (2009) menyatakan bahwa atribut sensoris dapat membedakan varietas beras.



Givianrad (2012) menyatakan bahwa ada sejumlah senyawa volatil yang teridentifikasi dalam beras yang dimasak merupakan senyawa yang terbentuk karena reaksi biokimia dalam tanaman tersebut maupun reaksi kimia (oksidasi asam lemak). Senyawa volatil tersebut meliputi hidrokarbon, asam, alkohol, aldehyd, keton, ester, dan fenol. Senyawa volatil yang terdeteksi pada beras berpengaruh positif dan negatif pada tingkat penerimaan konsumen.

Beras putih varietas Jasmine termasuk beras aromatik karena mengandung senyawa penentu utama flavor 2-asetil-1-pirolin (2-AP/ aroma popcorn). Senyawa ini dan beberapa senyawa volatil lain, seperti 2-asetil pirol,  $\alpha$ -pirolidon, dan piridin dapat meningkatkan tingkat penerimaan konsumen, sedangkan senyawa produk oksidasi, seperti heksanal, asam asetat, dan asam pentanoat menurunkan tingkat penerimaan konsumen (Bryant dan McChung, 2011). Phoka *et al.* (2010) menginformasikan bahwa pentanal, pentanol, heksanal, pentilfuran, oktanal, dan nonanal merupakan senyawa volatil utama yang terdapat pada beras yang utuh maupun pecah.

Solid phase microextraction (SPME) adalah metode yang digunakan untuk mempreparasi dan menganalisa senyawa volatil. Metode ini sangat cepat, sensitif, dan konsisten untuk mengekstrak, memekatkan senyawa volatil dari matriks sampel yang berbeda, mampu mencegah hilangnya senyawa volatil, murah serta tanpa membutuhkan pelarut organik. SPME biasanya dikombinasikan dengan kromatografi gas maupun cair dan sangat efektif untuk menganalisa senyawa organik runtu dalam sampel dengan limit deteksi mencapai  $\mu\text{g/L}$  (Lin *et al.*, 2010; Givianrad, 2012; Bryant dan McClung, 2011; Clemente *et al.* 2011).

Beras organik putih varietas Jasmine, merah varietas Saodah, dan hitam varietas Jawa banyak dibudidayakan oleh petani di Indonesia, terutama di daerah Sleman, DI Yogyakarta. Sejauh ini komoditas tersebut belum dikaji lebih lanjut terutama tentang senyawa volatil yang terkandung di dalamnya yang dapat menjadi salah satu parameter ketertarikan konsumen dari segi organoleptik. Selain itu diversifikasi beras organik menjadi tepung beras sebagai bahan baku pembuatan berbagai macam produk olahan berbasis karbohidrat juga belum diketahui perubahan kandungan senyawa volatilnya. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa volatil dalam beras organik lokal (putih varietas Jasmine, merah varietas Saodah, dan hitam varietas Jawa) serta perubahan yang terjadi selama penepungan.

## METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan adalah beras organik putih varietas Jasmine, beras organik merah varietas Saodah, dan beras organik hitam varietas Jawa yang diperoleh dari PT. Grahatama Semesta yang berada di Jl. Dr. Wahidin No. 88, Wadas, Kabupaten Sleman, DI. Yogyakarta. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis adalah 1,4-dikloro-benzena (Sigma-Aldrich) sebagai standar internal, carboksen/PDMS sebagai adsorben.

Alat-alat yang digunakan adalah kromatografi gas-olfaktori-spektrometer massa (GC-MS-O) (Agilent GC-MS 5975C, Palo Alto, CA, USA), vial SPME (solid phase microextraction).

### Metode Penelitian

#### Preparasi Sampel

Tepung dan beras organik putih, hitam, dan merah masing-masing seberat 3 gram ditempatkan dalam vial SPME, lalu ditambahkan 4,5 ml akuades dan diinkubasi pada suhu  $90^{\circ}\text{C}$  selama 60 menit. Selanjutnya senyawa volatil yang dihasilkan diekstrak dengan SPME menggunakan fiber carboksen/PDMS (Car/PDMS).

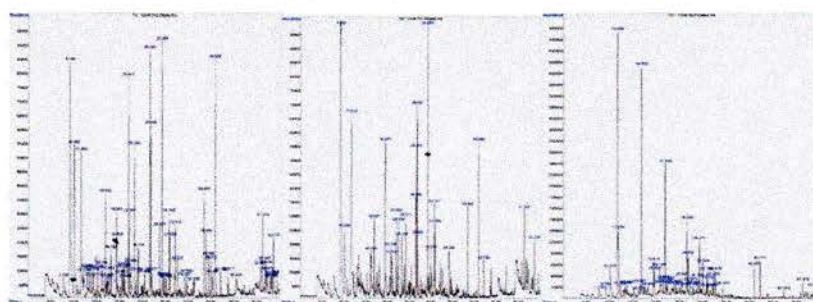


### Kromatografi Gas-Spektrometer Massa-Olfaktofi (GC-MS-O)

Senyawa volatil yang telah diekstrak menggunakan fiber selanjutnya diinjeksikan ke GC-MS-O berdasarkan modifikasi metode Giviranrad (2012). Larutan standar internal 0,1 ml larutan 1,4-dikloro-benzena sebesar 0,1 % ditambahkan ke dalam vial sebelum dianalisis komponen volatilnya. Komponen volatil dalam ekstrak air diserap oleh fiber Car/PDMS yang disisipkan dalam headspace dari vial yang diinkubasi pada suhu 90°C selama 60 menit sambil diaduk. Senyawa volatil yang diserap oleh fiber didesorpsi dalam injektor kromatografi gas pada suhu 250°C mode *splitless*. Kolom yang digunakan adalah Agilent 19091J-436: 325 °C: 60 m x 250 µm x 0.25 µm, HP-5 5% *Phenyl Methyl Siloxan*. Gas pembawa helium 1 ml/menit. Oven program 40°C selama 0 menit, kemudian dinaikkan 4°C/menit hingga 220°C selama 10 menit. Interfase 280°C. Campuran alkana C8-C20 dengan konsentrasi 40 mg/ml dalam heksana digunakan untuk menentukan retensi indeks (RI) yang diinjeksikan dari fiber yang telah disisipkan dari ekstraksi *headspace* selama 5 menit dalam vial 10 ml, yang tersusun atas 1 ml akabides yang *dispike* dengan 10 µl campuran alkana. Komponen volatil diidentifikasi berdasarkan kesamaan dengan spektra massa dari NIST (*National Standard Spectra Library*).

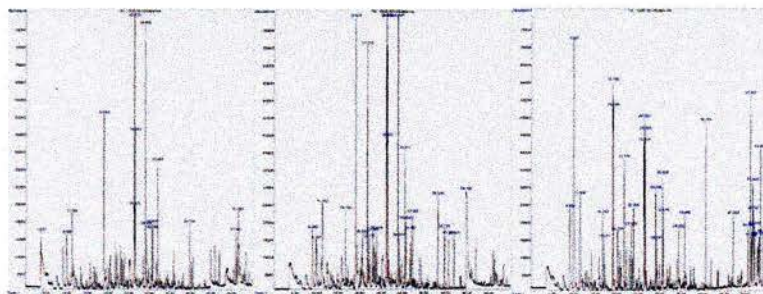
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Senyawa volatil yang terdeteksi pada tepung dan beras organik putih, merah, dan hitam ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2 serta Tabel 1, 2, dan 3. Hasil menunjukkan bahwa komposisi senyawa volatil yang terdeteksi pada beras organik merah, hitam, dan putih berbeda. Senyawa volatil ini terbentuk karena perbedaan proses biokimia yang terjadi pada ketiga varietas beras tersebut. Hal ini sesuai dengan pendapat Givianrad (2012) bahwa *pathway* reaksi biokimia dalam tanaman menentukan komponen volatil yang terkandung didalamnya, sebagian besar tersusun atas hidrokarbon, asam organik, alkohol, aldehid, keton, ester, dan fenol. Data menunjukkan bahwa ada 41, 41, dan 31 senyawa volatil yang terdeteksi pada beras hitam, merah, dan putih. Dari senyawa volatil tersebut terdapat 17 jenis senyawa yang sama terdeteksi pada ketiga varietas beras organik, yaitu toluena, heksanal, (E,E)-2,4-nonadienal, oktanal, (E)-2-heptanal, heksanol, nonanal, (E)-2-oktenal, 1-okten-3-ol, 1-heptanol, dekanal, benzaldehid, 1-oktanol, asetofenon, 1-nonanol, naftalena, dan 2-metil-benzaldehid. Jumlah komposisi senyawa volatil yang terdeteksi pada ketiga beras organik ini berbeda dengan beras aromatis dan non aromatis yang berasal dari Negara Thailand (Bryant dan McClung, 2011).



(a)(b)(c)

Gambar 1. Kromatogram Senyawa Volatil pada Beras Organik Hitam Varietas Jawa (a) dan Merah Varietas Saodah (b), dan Putih Varietas Jasmine (c)



(a)

(b)

(c)

Gambar 1. Kromatogram Senyawa Volatil pada Tepung Beras Organik Hitam Varietas Jawa (a) dan Merah Varietas Saodah (b), dan Putih Varietas Jasmine (c)

Tabel 1. Komposisi Senyawa Volatil pada Tepung dan Beras Organik Hitam Varietas Jawa Hasil Analisis GC-MS-O

| Jenis Senyawa           | RT (mn t) | Beras Hitam Varietas Jawa         | Tepung Beras Hitam Varietas Jawa | Aroma pada Beras Organik Hitam Varietas Jawa |
|-------------------------|-----------|-----------------------------------|----------------------------------|--|
|                         |           | Konsentrasi Senyawa Volatil (ppm) |                                  |  |
| Toluene                 | 9.126     | 111.4982                          | 18.3305                          | sweet, cereal                                |
| Hexanal                 | 10.077    | 63.4945                           | 26.4276                          | green  |
| Heptanal                | 12.979    | 5.3316                            | 2.7241                           |  |
| 2,4-Nonadienal, (E,E)-  | 14.278    | 6.3534                            | 6.5586                           |  |
| 1-Pentanol              | 15.070    | 3.1152                            | 1.13                             |  |
| Pyridine, 2,6-dimethyl- | 15.254    | 4.6788                            | nd                               |  |
| Octanal                 | 16.154    | 8.6813                            | 3.7345                           |  |
| 2-Heptenal, (E)-        | 17.302    | 4.8027                            | 7.84                             | gree, nutty                                  |
| 2-Nonenal, (E)-         | 17.641    | 3.1063                            | 7.8077                           | nutty, cereal                                |



|                                    |            |            |         |                      |
|------------------------------------|------------|------------|---------|----------------------|
| 5-Hepten-2-one, 6-methyl-          | 17.6<br>53 | 3.1668     | nd      | nutty, cereal, green |
| 1-Hexanol                          | 18.1<br>49 | 14.1187    | nd      |                      |
| Nonanal                            | 19.3<br>44 | 26.314     | 83.5347 | creamy, sweet, green |
| 3-Octen-2-one, (E)-                | 19.8<br>27 | 2.2789     | nd      |                      |
| Pyridine, 2,4,6-trimethyl-         | 20.2<br>21 | 3.1359     | nd      |                      |
| 2-Octenal, (E)-                    | 20.4<br>69 | 8.3599     | 7.8255  |                      |
| Benzene, 1,4-dichloro-             | 20.8<br>89 | 1.6722     | nd      |                      |
| 1-Octen-3-ol                       | 20.9<br>95 | 5.2715     | 3.9745  |                      |
| 1-Heptanol                         | 21.2<br>09 | 4.7489     | 1.1671  |                      |
| Furfural                           | 21.4<br>16 | 0.7129     | 2.3938  |                      |
| Decanal                            | 22.4<br>84 | 9.3269     | 13.3903 | buttery, creamy      |
| Unknown                            | 22.5<br>50 | Terdeteksi | nd      | nutty, sweet, green  |
| Benzaldehyde                       | 23.2<br>53 | 52.6887    | 16.6667 |                      |
| 2-Cyclopenten-1-one, 2,3-dimethyl- | 23.8<br>66 | 38.9682    | nd      | cooked bean, sweet   |
| 1-Octanol                          | 24.1<br>45 | 15.8613    | 12.4978 | bean-like, green     |
| 1-Dodecanol                        | 25.1<br>52 | Nd         | 9.4508  |                      |
| Acetophenone                       | 26.8<br>26 | 52.3477    | 55.6291 |                      |
| 1-Nonanol                          | 26.9<br>77 | 3.6725     | nd      |                      |
| Unknown                            | 29.1<br>90 | Terdeteksi | nd      | roasted nut          |

|  |            |            |          |               |
|--|------------|------------|----------|---------------|
| Naphthalene                                    | 29.2<br>64 | 84.5841    | 109.3628 |               |
| Benzaldehyde, 2-methyl-                        | 29.5<br>71 | 5.7802     | 5.1733   |               |
| Butanoic acid                                  | 31.9<br>64 | 0.5449     | nd       |               |
| Phenol, 2-methoxy-                             | 32.1<br>82 | 16.2461    | 37.311   |               |
| Phenol   | 32.6<br>53 | Nd         | 1.3677   |               |
| Unknown  | 33.0<br>50 | Terdeteksi | nd       | cereal, nutty |
| Phenylethyl Alcohol                            | 33.5<br>15 | 2.0566     | nd       |               |
| Benzothiazole                                  | 34.6<br>97 | 2.1662     | nd       |               |
| 4-Octen-3-one                                  | 35.5<br>11 | Nd         | 1.5915   |               |
| 2-Decanone                                     | 35.8<br>22 | Nd         | 14.9153  |               |
| 1-Dodecanol                                    | 39.4<br>64 | 12.704     | nd       |               |
| 2-Methoxy-4-vinylphenol                        | 39.9<br>79 | 11.176     | 25.5311  |               |
| 2-Heptanone                                    | 40.5<br>54 | Nd         | 0.8363   |               |
| Diethyl Phthalate                              | 43.6<br>89 | 2.4266     | 1.9284   |               |
| Phenol, 4-(1,1-dimethylpropyl)-                | 51.3<br>99 | 15.2682    | nd       |               |
| Phenol, 4-(1,1-dimethylpropyl)-                | 51.9<br>25 | 8.0366     | nd       |               |
| 2H-Indol-2-one, 1,3-dihydro-5-hydroxy-         | 52.1<br>43 | 6.4244     | nd       |               |
| Phenol, 4-(1,1-dimethylpropyl)-                | 53.7<br>96 | 12.3661    | nd       |               |
| Phenol, 2-methyl-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)- | 54.5<br>99 | 4.825      | nd       |               |



Tabel 2. Komposisi Senyawa Volatil pada Tepung dan Beras Organik Merah Varietas Saodah Hasil Analisis GC-MS-O

| Jenis Senyawa           | RT (mnt) | Beras Putih Varietas Jasmine | Tepung Beras Putih Varietas Jasmine | Aroma pada Beras Organik Merah Varietas Saodah |
|-------------------------|----------|------------------------------|-------------------------------------|--|
|                         |          | Konsentrasi (ppm)            |                                     |  |
| Toluene                 | 9.144    | 366.9653                     | 31.1639                             |  |
| Hexanal                 | 10.083   | 87.2338                      | 24.8288                             | green  |
| 2,4-Nonadienal, (E,E)-  | 14.345   | 14.5858                      | 4.8204                              |  |
| 1-Pentanol              | 15.076   | 1.9917                       | 6.597                               |  |
| Octanal                 | 16.188   | 33.8822                      | 14.3168                             |  |
| 2-Heptenal, (E)-        | 17.315   | 9.7279                       | 2.1006                              | green, nutty                                   |
| 1-Hexanol               | 18.169   | 36.635                       | 0.7406                              | nutty, buttery                                 |
| Unknown                 | 18.260   | Terdeteksi                   | nd                                  | green, buttery                                 |
| Unknown                 | 18.890   | Terdeteksi                   | nd                                  | creamy, green                                  |
| Nonanal                 | 19.427   | 128.8306                     | 126.4666                            |  |
| 2-Octenal, (E)-         | 20.515   | 12.4219                      | 5.6206                              | creamy, sweet                                  |
| 4-Octen-3-one           | 20.459   | nd                           | 9.2185                              |  |
| 1-Octen-3-ol            | 20.759   | 33.3115                      | 3.1409                              |  |
| Ethanone, 1-cyclohexyl- | 20.761   | 29.2765                      | nd                                  | creamy, cereal                                 |
| Benzene, 1,4-dichloro-  | 20.962   | 16.6667                      | nd                                  |  |
| Furfural                | 21.189   | nd                           | 1.2381                              |  |
| 1-Heptanol              | 21.215   | 15.8979                      | 2.8509                              |  |
| Unknown                 | 21.730   | terdeteksi                   | nd                                  | green, nutty, creamy                           |
| 1-Hexanol, 2-ethyl-     | 22.202   | 9.5338                       | nd                                  | nutty, creamy                                  |
| Decanal                 | 22.508   | 73.8598                      | 12.9036                             |  |
| Phenol, 2-methoxy-      | 22.626   | 6.0537                       | nd                                  | cheesy, creamy                                 |
| Benzaldehyde            | 23.281   | 53.9789                      | 23.4128                             |  |
| 2-Nonenal, (E)-         | 23.579   | 13.6422                      | 12.8677                             |  |
| 1-Octanol               | 24.168   | 71.3733                      | 21.9754                             |  |
| Acetophenone            | 26.847   | 179.7034                     | 53.338                              |  |
| 1-Nonanol               | 26.998   | 47.8095                      | 3.2196                              |  |
| Unknown                 | 28.800   | terdeteksi                   | nd                                  | green, pungent,                                |

|  |        |            |          | nuttyt         |
|--|--------|------------|----------|----------------|
| Naphthalene                                    | 29.287 | 277.5468   | 140.8485 |                |
| Benzaldehyde, 2-methyl-                        | 30.126 | 3.5976     | 5.3665   |                |
| Phenol   | 30.891 | 7.8285     | nd       |                |
| Unknown  | 31.620 | terdeteksi | nd       | creamy, green  |
| Phenol, 2-methoxy-                             | 31.967 | nd         | 3.5047   |                |
| Benzothiazole                                  | 34.716 | 12.3627    | 0.2368   |                |
| Unknown  | 35.060 | terdeteksi | nd       | cereal, green  |
| 2-Decanone                                     | 36.063 | 9.7844     | nd       |                |
| Unknown  | 37.130 | terdeteksi | nd       | buttery, nutty |
| 2-Pentadecanone                                | 38.223 | nd         | 36.5813  |                |
| 2-Methoxy-4-vinylphenol                        | 39.995 | 4.788      | 23.8528  |                |
| 1-Dodecanol                                    | 42.180 | 41.8775    | 22.8582  |                |
| Diethyl Phthalate                              | 43.700 | 4.9767     | 2.4939   |                |
| Phenol, m-tert-butyl-                          | 51.381 | 46.414     | nd       |                |
| Phenol, 4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)-          | 51.907 | 25.7496    | nd       |                |
| Phenol, 2-(1,1-dimethylethyl)-4-methyl-        | 52.125 | 19.4956    | nd       |                |
| Phenol, 2-methyl-4-(1,1,3,3-tetramethylbutyl)- | 53.495 | 12.3651    | nd       |                |
| Phenol, 4-(1,1-dimethylpropyl)-                | 53.778 | 35.3332    | nd       |                |

Tabel 3. Komposisi Senyawa Volatil pada Tepung dan Beras Organik Putih Varietas Jasmine Hasil Analisis GC-MS-O

| Jenis Senyawa | RT (mnt) | Beras Putih Varietas Jasmine | Tepung Beras Putih Varietas Jasmine | Aroma pada Beras Organik Putih Varietas Jasmine |
|---------------|----------|------------------------------|-------------------------------------|---|
|               |          | Konsentrasi (ppm)            |                                     |   |
| Unknown       | 7.540    | terdeteksi                   | Nd                                  | caramel   |
| Toluene       | 9.132    | 83.1261                      | 27.2421                             |   |
| Hexanal       | 10.075   | 212.0882                     | 108.7069                            | green, grass                                    |



|  |        |            |         |                             |
|--|--------|------------|---------|-----------------------------|
| 2-Hexanone, 3-methyl-                  | 10.731 | 26.3685    | Nd      | green, nutty                |
| 2-Hexanone                             | 12.745 | 3.6637     | 2.9083  |                             |
| Heptanal                               | 12.780 | nd         | 3.7263  |                             |
| 2,4-Nonadienal, (E,E)-                 | 14.306 | 22.9475    | 12.7673 | green                       |
| 1-Pentanol                             | 14.843 | nd         | 3.7778  |                             |
| Unknown                                | 14.950 | terdeteksi | Nd      | caramel, green              |
| Octanal                                | 16.182 | 18.6357    | 12.1429 |                             |
| 2-Heptenal, (E)-                       | 17.307 | 5.0968     | 17.397  | green, bean                 |
| Sulfurous acid, 2-pentyl undecyl ester | 17.408 | 17.4408    | Nd      | bean, unpleasant, fermented |
| 1-Hexanol                              | 17.941 | 17.7627    | 0.6552  |                             |
| unknown                                | 18.070 | terdeteksi | Nd      | cooked rice, pandan         |
| unknown                                | 18.300 | terdeteksi | Nd      | pandan                      |
| Nonanal                                | 19.430 | 145.2014   | 66.9625 | creamy, stale               |
| 3-Octen-2-one, (E)-                    | 19.608 | nd         | 1.2645  |                             |
| 2-Octenal, (E)-                        | 20.249 | nd         | 25.5081 |                             |
| Benzene, 1,4-dichloro-                 | 20.901 | 16.6667    | Nd      |                             |
| 1-Octen-3-ol                           | 21.001 | 45.8548    | 12.4176 |                             |
| 1-Heptanol                             | 21.210 | 2.22       | 6.4034  |                             |
| 4-Octen-3-one                          | 21.705 | 1.6947     | Nd      |                             |
| Decanal                                | 22.500 | 38.7502    | 12.8187 | sweet, creamy               |
| Phenol, 2-methoxy-                     | 22.609 | 11.6107    | Nd      |                             |
| unknown                                | 22.850 | terdeteksi | Nd      | buttery, creamy             |
| Benzaldehyde                           | 23.268 | 16.3409    | 10.8672 |                             |
| 2-Nonenal, (E)-                        | 23.596 | 7.4699     | 22.9747 |                             |
| 1-Octanol                              | 24.155 | 37.6219    | 24.9033 |                             |
| 2-Decenal, (E)-                        | 26.372 | nd         | 12.4477 |                             |
| Acetophenone                           | 26.831 | 231.034    | 48.0937 |                             |
| 1-Nonanol                              | 26.984 | 9.9698     | 2.3669  |                             |
| unknown                                | 28.570 | terdeteksi | Nd      | stale, cereal               |
| unknown                                | 28.870 | terdeteksi | Nd      | cereal, roasted nut         |
| Naphthalene                            | 29.270 | 310.8105   | 32.4863 |                             |
| 2-Octenal, (E)-                        | 29.450 | 17.1611    | Nd      |                             |

|                                  |        |         |        |                       |
|----------------------------------|--------|---------|--------|-----------------------|
| Benzaldehyde, 2-methyl-          | 29.577 | 27.0691 | 4.6637 | cereal, caramel-like  |
| 2-Heptanone                      | 30.713 | nd      | 0.8347 |                       |
| 2,4-Decadienal, (E,E)-           | 30.753 | nd      | 1.0439 |                       |
| Benzenemethanol, .alpha.-methyl- | 31.033 | 38.0039 | Nd     | cereal, creamy, sweet |
| Phenol, 2-methoxy-               | 31.962 | nd      | 1.4421 |                       |

Hasil analisis juga berbeda dengan beras varietas HD5, HD6, dan HD1 yang dominan dikonsumsi di Negara Iran (Givianrad, 2012). Lin *et al.* (2010) juga menginformasikan bahwa komposisi senyawa volatil pada beras coklat Varietas Indica dan Japonica berbeda. Namun demikian ada beberapa senyawa volatil yang sama ditemukan pada berbagai varietas beras, diantaranya heksanal, oktanal, heksanol, (E)-2-oktenal, 1-okten-3-ol, naftalena, nonanal, dan 1-oktanol. Perbedaan komposisi senyawa volatil disebabkan karena perbedaan varietas yang berpengaruh pada perbedaan pathway reaksi biokimia dalam beras tersebut (Givianrad, 2012).

Senyawa volatil yang hanya ditemukan ada dalam beras organik hitam dan merah meliputi heptanal, 1-pentanol, benzothiazol, 2-metoksi-4-vinilfenol, 1-dodekanol, dietil phtalat, 4-(1,1-dimetilpropil)-fenol, dan 2-metil-4-(1,1,3,3-tetrametil-butyl)-fenol, sedangkan senyawa volatil yang hanya terdeteksi pada beras organik putih dan merah adalah 2-metoksi-fenol dan (E)-2-Nonenal. Senyawa volatil yang hanya terdeteksi pada beras organik putih adalah 3-metil-2-heksanon, 2-heksanon, 4-okten-3-on, alfa metil-benzen metanol. Senyawa volatil yang hanya terdeteksi pada beras organik hitam meliputi (E)-2-nonenal, 6-metil-5-hepten-2-on, (E)-3-Okten-2-on, furfural, 2,3-dimetil-2-siklopenten-1-on, asam butanoat, 2-metoksi-fenol, fenil etil alkohol, 4-(1,1-dimetil-propil)-fenol, 4-(1,1-dimetil-propil)-fenol, 1,3-dihidro-5-hidroksi-2H-indol-2-on. Senyawa volatil yang hanya terdeteksi pada beras organik merah adalah 1-sikloheksil-etanon, 2-etil-1-heksanol-fenol, 2-dekanon, m-tert-butyl-fenol, 4-(1,1,3,3-tetrametil-butyl)-fenol, dan 2-(1,1-dimetil-etil)-4-metil)-fenol. Berdasarkan senyawa volatil yang teridentifikasi menunjukkan bahwa hanya beras organik hitam yang mempunyai flavor seperti beras kelompok aromatis yang dikontribusi oleh adanya senyawa golongan piridin, seperti 2,6-dimetil-piridin dan 2,4,6-trimetil-piridin. Menurut Bryant dan McChung (2011) bahwa keberadaan senyawa ini dalam beras dapat meningkatkan tingkat penerima konsumen.

Senyawa volatil juga terbentuk karena reaksi oksidasi sekunder dari asam lemak essensial (oleat, linoleat, linolenat) yang terkandung dalam beras, keberadaan senyawa ini dapat menurunkan tingkat penerimaan konsumen (Phoka *et al.* 2010; Monsoor dan Proctor, 2004). Senyawa ini kadarnya semakin meningkat selama penyimpanan beras (Lin *et al.* 2010; Monsoor dan Proctor, 2004). Senyawa oktanal, heptanal, dekanal, nonanal, 2-nonenal, dan 2-heptanon dihasilkan dari dekomposisi hidroperoksida dari asam oleat, sedangkan dekomposisi hidroperoksida asam linoleat dihasilkan heksanal, pentanol, pentanal, 2-pentil-furan, dan 2-oktenal. Asam linolenat dapat terdekomposisi menghasilkan heksanal dan 2-pentenal.

Beberapa senyawa volatil yang terdeteksi pada ketiga beras organik memberikan aroma tertentu. Aroma beras organik hitam teridentifikasi adalah *sweety, cereal, green, nutty, creamy, buttery, cooked bean, bean like, roasted nut*. Aroma beras organik merah



terdeteksi meliputi *green, nutty, buttery, creamy, sweety, cereal, cheesy, pungent*. Sedangkan aroma beras organik putih terdiri atas *caramel, green, grassy, nutty, bean, unpleasant, fermented, cooked rice, pandan, stale, sweety, creamy, buttery, cereal, roasted nut*. Menurut Monsoor dan Proctor (2004) bahwa setiap senyawa volatile mempunyai *threshold* yang berbeda-beda, oktanal dan nonanal mempunyai *threshold* yang sangat rendah yaitu 0,7 dan 1,0 ppb. Heptanol, pentanol, 2-pentil-furan, 2-heptanon, dan 2-oktenal mempunyai *threshold* masing-masing 3,0 ppm; 4,0 ppm; 6,0 ppb; 140 ppb, dan 3,0 ppb. Kadar senyawa volatil yang terdeteksi diluar ambang batas *threshold*, maka aroma yang dihasilkan tidak dapat terdeteksi.

Proses penepungan secara basah yang dilakukan pada masing-masing beras organik dengan cara perendaman selama 1 jam dalam air sebelum penggilingan ternyata secara efektif dapat menghilangkan/menurunkan maupun memacu munculnya senyawa volatil baru yang sebelumnya tidak terdeteksi pada beras. Penurunan kadar senyawa volatil dalam tepung beras organik menghilangkan aroma yang semula terdeteksi dalam beras. Pada umumnya senyawa volatil yang terdeteksi pada ketiga tepung beras organik mengalami penurunan karena larut selama proses perendaman, kecuali senyawa (E)-2-heptenal, (E)-3-okten-2-on, (E)-2-oktenal, 1-heptanol, (E)-2-nonenal, (E)-2-dekanal, 2-heptanon, (E,E)-2,4-dekadienal, 2-metoksi-fenol yang terdeteksi pada tepung beras organik putih, 1-pentanol, 4-okten-3-on, furfural, 2-metil-benzaldehida, 2-metoksi-fenol, 2-pentadekanon, dan 2-metoksi-4-vinilfenol yang ada dalam tepung beras organik merah dan (E,E)-2,4-nonadienal, (E)-2-heptenal, (E)-2-nonenal, nonanal, furfural, dekanal, 1-dodekanol, fenol, 4-okten-3-on, 2-dekanon, 2-metoksi-4-vinilfenol, dan 2-heptanon pada tepung beras organik hitam mengalami peningkatan. Adanya proses pemanasan dalam *cabinet dryer* selama pengeringan tepung maupun reaksi yang terjadi selama penepungan beras diduga memacu terjadinya reaksi oksidasi asam lemak esensial. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian Monsoor dan Proctor (2004) yang menjelaskan bahwa ada peningkatan jumlah senyawa volatil yang teridentifikasi pada tepung dari beras pecah dan utuh, peningkatan disebabkan adanya pemanasan dan reaksi yang terjadi selama penepungan.

## KESIMPULAN

Senyawa volatil yang terdeteksi pada beras organik merah varietas Saodah, putih varietas Jasmine, dan hitam varietas Jawa berbeda, baik jumlah maupun komposisinya. Hal ini menentukan aroma yang dihasilkan, beras organik hitam teridentifikasi *sweety, cereal, green, nutty, creamy, buttery, cooked bean, bean like, roasted nut*. Aroma beras organik merah terdeteksi meliputi *green, nutty, buttery, creamy, sweety, cereal, cheesy, pungent*. Sedangkan aroma beras organik putih terdiri atas *caramel, green, grassy, nutty, bean, unpleasant, fermented, cooked rice, pandan, stale, sweety, creamy, buttery, cereal, roasted nut*. Senyawa volatil ini mengalami perubahan komposisi selama proses penepungan karena adanya proses pelarutan senyawa volatile dan reaksi oksidasi selama pemanasan serta penepungan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Riset dan Teknologi (Kemristek) atas dana penelitian yang diberikan melalui Proyek Insentif Riset Sinas tahun 2012.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bryant, R.J. and McClung, A.M. 2011. Volatile profile of aromatic and non-aromatic rice cultivars using SPME/GC-MS. *Food Chemistry*, 124,501-513.
- Champagne, E.T. 2008. Rice aroma and flavor : a literature review. Redorbit News, Story from RedorbitNews : <http://www.redorbit.com/news/display/?id=1521336>.
- Clemente, J.G., Williams, J.D., Cross, M. and Chambers, C.C. 2011. Analysis of Garlic Cultivars Using Head Space Solid Phase Microextraction/Gas Chromatography/Mass Spectroscopy. *The Open Food Science Journal*, 6, 1-4
- Fitzgerald, M.A., McCouch, S.R., and Hall, R.D. 2009. Not just a grain of rice : the quest for quality. *Trends in Plant Science*, 14, 133-139.
- Givianrad, M.H.2012. Characterization and assessment of flavor compounds and some allergens in thre Iranian rice cultivars during gelatinization process by HS-SPME/GC-MS. *E-Journal of Chemistry*, 9(2),716-728.
- International Rice Research Institute. 2007. Organic rice. Fact sheets. Rice Knowledge Bank. <http://www.knowledgebank.irri.org>
- Lin, J.Y., Fan, W., Gao, Y.N., Wu, S.F. and Wang, S.X. 2010. Study on volatile compounds in rice by HS-SPME and GC-MS. 10<sup>th</sup> International Working Conference on Stored Product Protection. *Julius-Kuhn-Archiv*, 425.
- Monsoor, M.A. and Proctor, A. 2004. Volatile component analysis of commercially milled head and broaken rice. *Journal of Food Science*, 69(8), 632-636.
- Phoka, N., Wongpornchai, S., Puttawong, N., and Vanavichit, A. 2010. Static headspace GC-MS analysis for evaluastion of oxidative stability in rice bran. *Thai Journal of Agricultural Science*, 43(1), 1-8.