



### PROTEKSI ISI PROPOSAL

Dilarang menyalin, menyimpan, memperbanyak sebagian atau seluruh isi proposal ini dalam bentuk apapun kecuali oleh pengusul dan pengelola administrasi pengabdian kepada masyarakat

### PROPOSAL PENELITIAN 2024

Rencana Pelaksanaan Penelitian: tahun 2024 s.d. tahun 2024

#### 1. JUDUL PENELITIAN

Sistem Pendukung Keputusan Cerdas Dengan Pendekatan Gizi Presisi untuk Pemilihan Makanan dan Minuman Restoran Spesifik Indonesia

| Bidang Fokus                       | Tema   | Topik (jika ada)                    | Prioritas Riset       |
|------------------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|
| Teknologi Informasi dan Komunikasi | Pengembangan sistem berbasis Kecerdasan buatan | Pengembangan aplikasi sistem cerdas | Kemandirian Kesehatan |

| Rumpun Ilmu Level 1                         | Rumpun Ilmu Level 2 | Rumpun Ilmu Level 3 |
|---|---------------------|---------------------|
| MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM (MIPA) | MATEMATIKA          | Ilmu Komputer       |

| Skema Penelitian   | Strata (Dasar/Terapan/Pengembangan) | Nilai SBK   | Target Akhir TKT | Lama Kegiatan |
|--------------------|-------------------------------------|-------------|------------------|---------------|
| Penelitian Terapan | Riset Terapan                       | 500.000.000 | 5                | 1 Tahun       |

#### 2. IDENTITAS PENGUSUL

| Nama, Peran   | Jenis | Program Studi/Bagian                   | Bidang Tugas  | ID Sinta                |
|---|-------|--|---|-------------------------|
| KUDANG BORO SEMINAR<br>0018115912<br><br>Ketua Pengusul<br>Institut Pertanian Bogor | Dosen | Ilmu Keteknikan Pertanian              | Bertanggung jawab atas konsep dan desain penelitian serta kelancaran pelaksanaan penelitian dan pelaporan   | <a href="#">6039515</a> |
| EVY DAMAYANTHI<br>0004126214<br><br>Anggota<br>Institut Pertanian Bogor             | Dosen | Pendidikan Profesi Dietisien           | Bertanggungjawab untuk penyusunan desain penelitian terkait gizi dan pangan, melaksanakan penelitian serta mengkaji data pangan dan gizi  | <a href="#">5982376</a> |
| KARLISA PRIANDANA<br>0021118501<br><br>Anggota<br>Institut Pertanian Bogor          | Dosen | Ilmu Komputer                          | Bertanggungjawab terhadap pengolahan data dan evaluasi model  | <a href="#">5972763</a> |
| ANNISA UTAMI SEMINAR<br>0008058908<br><br>Anggota<br>Institut Pertanian Bogor       | Dosen | Komunikasi dan Pengembangan Masyarakat | Merancang instrumen penelitian dalam metode kualitatif, melakukan pengambilan data kualitatif, mendukung dalam pengambilan data kuantitatif, mengolah data kualitatif, menuliskan laporan yang berkaitan dengan temuan kualitatif | <a href="#">6761080</a> |
| BONANG WASPADADI LIGAR<br>0325088503<br><br>Anggota<br>Universitas Gunadarma        | Dosen | Informatika                            | Merancang model algoritma Genetic Algorithm untuk menentukan tingkat kecukupan gizi tiap menu makanan   | <a href="#">6690031</a> |
| Dr. Harry Imantho, S.Si., M.Si.<br>3271052509750010                                 | Umum  | Ilmu Komputer                          | Melakukan penelitian desain database  | -                       |

| Nama, Peran   | Jenis     | Program Studi/Bagian              | Bidang Tugas  | ID Sinta |
|---|-----------|-----------------------------------|---|----------|
| Anggota<br>Departemen Teknik Mesin<br>dan Biosistem, Fakultas<br>Teknologi Pertanian, Institut<br>Pertanian Bogor |           |                                   | (pangkalan data) dan<br>sistem cerdas dan<br>presisi untuk pemilihan<br>dan rekomendasi<br>makanan-makanan<br>sehat   |          |
| Angga Dwi Krishnajaya, S.T.<br>3271040212930004<br><br>Anggota<br>CV Karimata                                     | Umum      | Web designer dan<br>programmer    | (1) Web programming<br>(2) Menkonstruksi dan<br>mendeskripsikan menu<br>makanan dan minuman<br>Karimata (3) Identifikasi<br>proses bisnis dan<br>pelayanan konsumen<br>Karimata | -        |
| ALI USMAN<br>F1501231002<br><br>Mahasiswa<br>Institut Pertanian Bogor   | Mahasiswa | Teknik Pertanian dan<br>Biosistem | Bertanggungjawab<br>dalam membantu ketua<br>tim dalam pengolahan<br>data serta penyusunan<br>draft laporan  | -        |
| Ismy Fana Fillah<br>G6401211001<br><br>Mahasiswa<br>Institut Pertanian Bogor                                      | Mahasiswa | Ilmu Komputer                     | User Interface (UI)/User<br>Experience (UX)<br>Frontend   | -        |
| MUHAMMAD ILHAM HAKIM<br>SUHERMAN<br>G6401211056<br><br>Mahasiswa<br>Institut Pertanian Bogor                      | Mahasiswa | Ilmu Komputer                     | Pengembangan<br>database backend  | -        |
| Muhammad Reza Aditya<br>I1401201042<br><br>Mahasiswa<br>Institut Pertanian Bogor                                  | Mahasiswa | Ilmu Gizi                         | Melakukan validitas<br>system cerdas dan<br>presisi terhadap<br>pemilihan makan<br>konsumen restoran  | -        |

### 3. DOKUMEN PENDUKUNG

URL Artikel di jurnal sebagai penulis pertama (first author) atau penulis korespondensi (corresponding author) yang relevan dengan usulan penelitian

[https://medic.upm.edu.my/upload/dokumen/2020081208331124\\_MJMHS\\_0076\\_L.pdf](https://medic.upm.edu.my/upload/dokumen/2020081208331124_MJMHS_0076_L.pdf)

### 4. MITRA KERJASAMA PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian dapat melibatkan mitra kerjasama yaitu mitra kerjasama dalam melaksanakan penelitian, mitra sebagai calon pengguna hasil penelitian, atau mitra investor

| Mitra  | Nama Mitra         | Dana                    |
|--------|--------------------|-------------------------|
| Swasta | CV. Karimata Resto | Tahun 1 Rp50.130.000,00 |

### 5. LUARAN DAN TARGET CAPAIAN

#### Luaran Wajib

| Tahun Luaran | Kategori Luaran | Jenis Luaran | Status target capaian | Keterangan                  |
|--------------|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------------------|
| 1            | Model           | Model        | Diterima (Granted)    | Hak Cipta Aplikasi Komputer |

### 6. ANGGARAN

Rencana Anggaran Biaya penelitian mengacu pada PMK dan buku Panduan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat yang berlaku.

**Total RAB 1 Tahun Rp250.000.000,00**

**Tahun 1 Total Rp250.000.000,00**

| Kelompok | Komponen | Item              | Satuan | Vol. | Biaya Satuan | Total     |
|----------|----------|-------------------|--------|------|--------------|-----------|
| Bahan    | ATK      | Alat tulis kantor | Paket  | 1    | 7.130.000    | 7.130.000 |

| Kelompok                                    | Komponen                           | Item                                | Satuan         | Vol. | Biaya Satuan | Total      |
|---|------------------------------------|-------------------------------------|----------------|------|--------------|------------|
| Bahan                                       | Bahan Penelitian (Habis Pakai)     | Sampel bahan pangan                 | Unit           | 30   | 200.000      | 6.000.000  |
| Pengumpulan Data                            | Uang Harian                        | Uang harian                         | OH             | 40   | 150.000      | 6.000.000  |
| Pengumpulan Data                            | Honorarium narasumber              | Honorarium Narasumber               | OJ             | 8    | 900.000      | 7.200.000  |
| Pengumpulan Data                            | Transport                          | Transport survey                    | OK (kali)      | 84   | 200.000      | 16.800.000 |
| Pengumpulan Data                            | Penginapan                         | Penginapan                          | OH             | 20   | 686.000      | 13.720.000 |
| Pengumpulan Data                            | HR Pembantu Lapangan               | Honor Pembantu Lapangan             | OH             | 36   | 80.000       | 2.880.000  |
| Pengumpulan Data                            | HR Petugas Survei                  | Honor petugas survey                | OH/OR          | 100  | 8.000        | 800.000    |
| Pengumpulan Data                            | Biaya konsumsi                     | Biaya konsumsi                      | OH             | 20   | 414.000      | 8.280.000  |
| Pengumpulan Data                            | HR Pembantu Peneliti               | Honor pembantu peneliti             | OJ             | 1800 | 25.000       | 45.000.000 |
| Sewa Peralatan                              | Peralatan penelitian               | Laptop                              | Unit           | 12   | 1.500.000    | 18.000.000 |
| Analisis Data                               | HR Pengolah Data                   | Honor Pengolah data uji kuantitatif | P (penelitian) | 2    | 1.540.000    | 3.080.000  |
| Analisis Data                               | Transport Lokal                    | Transport lokal                     | OK (kali)      | 40   | 200.000      | 8.000.000  |
| Analisis Data                               | Penginapan                         | Penginapan                          | OH             | 40   | 686.000      | 27.440.000 |
| Analisis Data                               | Honorarium narasumber              | Honorarium narasumber               | OJ             | 16   | 900.000      | 14.400.000 |
| Analisis Data                               | Biaya analisis sampel              | Kolesterol dan asam lemak           | Unit           | 20   | 250.000      | 5.000.000  |
| Analisis Data                               | Uang Harian                        | Uang harian                         | OH             | 80   | 150.000      | 12.000.000 |
| Analisis Data                               | HR Pengolah Data                   | Honor Pengolah data uji kualitatif  | P (penelitian) | 2    | 1.540.000    | 3.080.000  |
| Analisis Data                               | Biaya analisis sampel              | Analisis prolsimat                  | Unit           | 30   | 120.000      | 3.600.000  |
| Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib | Biaya Pendaftaran KI               | Biaya pendaftaran KI                | Paket          | 1    | 750.000      | 750.000    |
| Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib | Biaya pembuatan dokumen uji produk | Blaya pembuatan dokumen uji produk  | Paket          | 1    | 25.000.000   | 25.000.000 |
| Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib | Uang harian rapat di luar kantor   | Uang harian rapat di luar kantor    | OH             | 72   | 150.000      | 10.800.000 |
| Pelaporan Hasil Penelitian dan Luaran Wajib | Biaya konsumsi rapat               | Biaya konsumsi rapat                | OH             | 72   | 70.000       | 5.040.000  |

**A. JUDUL**

*Tuliskan judul usulan penelitian maksimal 20 kata*

**Sistem Pendukung Keputusan Cerdas Dengan Pendekatan Gizi Presisi untuk Pemilihan Makanan dan Minuman Restoran Spesifik Indonesia**

**B. RINGKASAN**

*Isian ringkasan penelitian tidak lebih dari 300 kata yang berisi urgensi, tujuan, metode, dan luaran yang ditargetkan*

Sistem dan lingkungan pangan dunia telah berubah secara dramatis, seiring dengan perubahan kelebihan dan kekurangan gizi dan bertambahnya keragaman makanan yang disajikan di beragam restoran di Indonesia. Pilihan makanan yang tepat dan sehat untuk konsumen spesifik menjadi prioritas yang terus meningkat untuk ketahanan hidup manusia. Kebutuhan akan adanya alat bantu cerdas (*smart tool*) untuk membantu konsumen memilih makanan terbaik pada satu restoran tertentu semakin vital untuk meningkatkan kesadaran, kepedulian serta pengetahuan konsumen terhadap makanan sehat yang memiliki kecukupan gizi yang paling sesuai. Penelitian ini bertujuan membangun model aplikasi (dalam bentuk Sistem Pendukung Keputusan/SPK) cerdas pemilihan makanan Indonesia yang disediakan restoran tertentu untuk konsumen sesuai dengan selera dan kondisi spesifik konsumen. Novelty dari riset ini adalah (1) pengembangan ekosistem sadar dan peduli makanan sehat dengan berbantuan sistem cerdas pemilihan makanan dan ramah pengguna dan (2) mempertimbangkan keragaman restoran selain dari keragaman makanan dan konsumen untuk membantu konsumen memilih makanan terbaik pada restoran spesifik dengan konsep gizi presisi (*precision nutrition*).

**C. KATA KUNCI**

*Isian 5 kata kunci yang dipisahkan dengan tanda titik koma (;)*

algoritma genetika; seleksi makanan; sistem cerdas; keragaman makanan; status gizi

**D. PENDAHULUAN**

*Pendahuluan penelitian tidak lebih dari 1500 kata yang memuat, latar belakang, rumusan permasalahan yang akan diteliti, pendekatan pemecahan masalah, state-of-the-art dan kebaruan, peta jalan (road map) penelitian setidaknya 5 tahun. Sitasi disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan.*

**Latar Belakang**

Masyarakat global dewasa ini menderita berbagai penyakit baik, penyakit infeksi maupun non infeksi yang sama-sama berbahaya. Penyakit non infeksi atau yang dikenal dengan penyakit tidak menular (PTM) seperti penyakit jantung koroner (PJK), diabetes melitus, kanker, tekanan darah tinggi merupakan penyakit yang prevalensinya semakin meningkat dari tahun ke tahun. Badan kesehatan dunia WHO melaporkan bahwa pada tahun 2023, 74% penyebab kematian di dunia adalah disebabkan PTM, membunuh 17 juta jiwa per tahun sebelum usia 70, 86 % kematian dini ini terjadi di negara berpenghasilan menengah dan rendah. Penyakit ini kebanyakan merupakan akibat kesalahan metabolisme tubuh yang disebabkan oleh berbagai faktor, khususnya karena makanan dan minuman, gaya hidup, aktivitas fisik dan lingkungan [1].

PTM adalah penyakit yang durasinya panjang dan proses penyembuhannya lambat. Industrialisasi mengakibatkan makin derasnya arus urbanisasi dan berdampak pada pertumbuhan gaya hidup yang tidak sehat seperti diet yang tidak sehat dan kurangnya aktivitas fisik, dan status gizi obes yang merupakan faktor yang akan meningkatkan risiko terkena PTM. Oleh karena itu melakukan pencegahan dini dan mengelola faktor risiko yang

berkaitan dengan PTM dapat membantu mengurangi beban penyakit dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat [2].

Secara umum faktor risiko PTM dibagi ke dalam tiga kelompok, yakni faktor risiko gangguan metabolik, faktor risiko perilaku dan faktor risiko lingkungan. Faktor risiko utama PTM adalah faktor metabolik (tekanan darah tinggi, gula darah tinggi, obesitas, dislipidemia, gangguan fungsi ginjal, malnutrisi pada maternal dan anak), faktor perilaku (perilaku diet, merokok, risiko kesehatan kerja, kurang aktivitas fisik, konsumsi alkohol), dan faktor lingkungan (polusi udara, kekerasan, kemiskinan). Pola makan tidak sehat berkontribusi pada terjadinya PTM. Makanan tinggi gula, garam, dan lemak dan rendah serat merupakan kontributor terjadinya.

Makan di luar sudah menjadi tren di masyarakat karena berbagai sebab seperti, meningkatnya ibu bekerja, gaya hidup, meningkatnya ekonomi. Ada pun pemilihan restoran ditentukan oleh berbagai faktor dan perilaku konsumen dalam pemilihan makanan di restoran dan hal ini menjadi perhatian di dalam upaya pencegahan PTM dan meningkatkan kualitas hidup [3]. Oleh karena itu bagaimana konsumen dapat memiliki konsep makanan yang sehat, ketersediaan makanan dan makanan yang bermutu dengan kandungan gizinya menjadi penting dalam pertimbangan oleh tamu restoran [4].

Sistem dan lingkungan pangan dunia telah berubah secara dramatis, seiring dengan perubahan kelebihan dan kekurangan gizi dan bertambahnya keragaman makanan yang disajikan di restoran di Indonesia Pilihan makanan yang tepat dan sehat untuk konsumen spesifik menjadi prioritas yang terus meningkat untuk ketahanan hidup manusia. Gizi presisi mengasumsikan bahwa setiap orang mungkin memiliki respon berbeda terhadap makanan dan nutrisi tertentu, sehingga pola makan terbaik untuk satu orang mungkin terlihat sangat berbeda dibandingkan pola makan terbaik untuk orang lain. Ilmu tentang pilihan makanan berkaitan dengan menghasilkan pengetahuan tentang faktor pendorong proses pengambilan keputusan dalam memilih makanan dan perilaku dalam makanan terdekat dan lingkungan lingkungan sosial [5].

Penelitian tentang gizi presisi menggunakan informasi personal untuk memberikan saran terkait gizi dan diet, yang secara umum bersifat lebih sesuai daripada saran yang bersifat umum. *Machine learning*, sebagai cabang dari *Artificial intelligence* menjanjikan bantuan di dalam membangun model *predictive* yang bersifat gizi presisi [6].

Keragaman makanan dengan berbagai komposisi bahan dan ramuan oleh beragam restoran menjadikan konsumen dengan kondisi spesifik (jenis kelamin, umur, berat badan, dan kondisi penyakit) perlu dibantu diarahkan dengan presisi untuk memilih makanan yang terbaik. Apalagi Indonesia didesak untuk meningkatkan keanekaragaman pangan dan fortifikasi untuk mencegah krisis gizi [7]. Potensi sumber daya pangan dapat dimanfaatkan melalui diversifikasi pangan sebagai bagian dari upaya pemerintah untuk meminimalkan kesenjangan sosial ekonomi dengan program pembangunan ketahanan pangan berkelanjutan [8].

Penelitian ini bertujuan membangun model aplikasi cerdas pemilihan makanan dan minuman Indonesia yang disediakan restoran tertentu untuk konsumennya. Model aplikasi ini berupa sistem pendukung keputusan (*decision support system/DSS*) yang memberikan prioritas pilihan makanan yang disediakan restoran bagi konsumennya untuk mengambil keputusan terbaik pilihan makanan yang sesuai dengan selera dan kondisi spesifik konsumen.

### **Rumusan Masalah**

Rumusan masalah yang akan diberikan solusinya pada riset ini adalah dengan keragaman makanan dan restoran yang semakin meningkat di Indonesia bagaimana membuat model cerdas

pemilihan makanan dan minuman restoran untuk konsumen spesifik di restoran spesifik berbasis gizi presisi.

### State-of-The-Art

Pendekatan *Genetic Algorithm* (GA) pada riset sebelumnya telah berhasil digunakan dalam mengembangkan model sistem rekomendasi pemilihan 5 jenis makanan sehat khas Indonesia bagi konsumen berdasarkan pencocokan pola terbaik antara kromosom makanan dan kromosom konsumen. Kromosom makanan merepresentasikan kandungan gizi meliputi protein, lemak, karbohidrat, garam, kolesterol dan jenis lemak lainnya pada satu porsi hidangan makanan. Sedangkan kromosom konsumen dibentuk oleh kebutuhan gizi, riwayat penyakit tidak menular (jantung, hipertensi dan diabetes), jenis kelamin, umur, berat dan tinggi badan [9]. Riset terkait lainnya dan memiliki relevansi erat dengan riset yang diusulkan dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. *State-the-art* riset yang terkait dan relevan riset yang diusulkan.

| No | Judul   | Tahun | Hasil  |
|----|---|-------|--|
| 1  | <i>An Intelligent Food Recommendation System for Dine-in Customers with Non-Communicable Diseases History</i>                   | 2024  | Riset ini menggabungkan metodologi pembelajaran mesin, seperti pemfilteran kolaboratif dan berbasis konten, untuk mengembangkan model rekomendasi. Teknik GA multi-tujuan yang digunakan dalam sistem memastikan keseimbangan antara kecukupan nutrisi dan preferensi individu [9].                                |
| 2  | <i>The evolution of consumer restaurant selection: Changes in restaurant and food delivery application attributes over time</i> | 2024  | Mengeksplorasi atribut yang mendorong perubahan dalam hubungan antara restoran dengan hubungan antara kepuasan dan niat perilaku pada platform <i>food delivery applications</i> (FDA). Menerapkan Smart-PLS untuk menguji perubahan atribut, kepuasan, dan niat perilaku selama episode konsumsi berikutnya [10]. |
| 3  | <i>Customer Restaurant Choice: An Empirical Analysis of Restaurant Types and Eating-out Occasions</i>                           | 2022  | Melakukan survey dan analisis untuk menyelidiki persepsi pentingnya faktor-faktor kunci yang dirasakan pelanggan restoran berdasarkan tujuan acara makan dan segmen restoran. Harga menu, reputasi merk, serta rekomendasi <i>word-of-mouth</i> merupakan faktor-faktor terpenting bagi pelanggan [11].            |
| 4  | <i>Factors Influencing Consumer Menu-Item Selection in A Restaurant Context</i>   | 2020  | Menerapkan survey mengenai pemilihan item menu kepada perwakilan pelanggan restoran kasual dan <i>fine-dining</i> . Menemukan bahwa "kombinasi bahan-bahan makanan sebuah menu" merupakan atribut yang paling berpengaruh pada pemilihan item menu di restoran kasual dan fine dining [12].                        |
| 5  | <i>Analytical Survey on Online Food Delivery Applications of Android Platform</i>   | 2019  | Melakukan survey dan analisis terhadap aplikasi pemesanan makanan online yang telah beroperasi. Hasil survey menunjukkan bahwa seluruh aplikasi tersebut gagal berkonsentrasi pada aspek kesehatan pelanggan khususnya   |

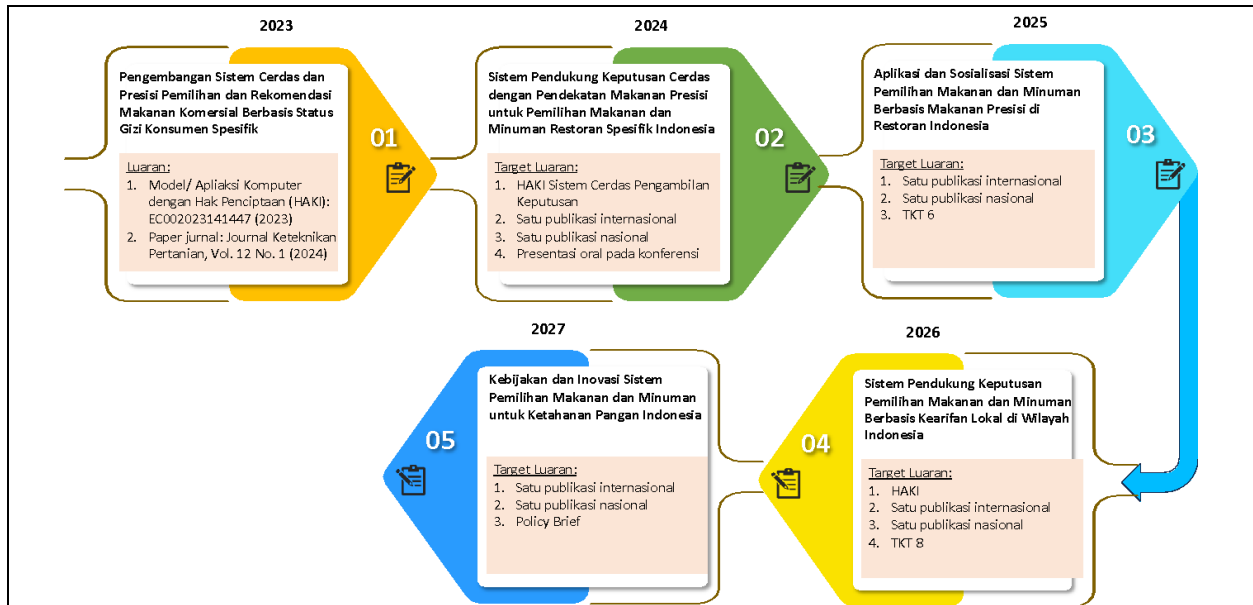
|   |   |      |  |
|---|---|------|--|
|   | <i>from a Service Perspective</i>   |      | pasien diabetes. Penderita diabetes mempunyai keinginan untuk mengonsumsi makanan yang bervariasi selayaknya orang normal [13].  |
| 7 | <i>Assessing the Importance of Health in Choosing a Restaurant: An Empirical Study from Romania</i>   | 2019 | Menerapkan survey kepada konsumen restoran untuk mengetahui preferensi konsumen dan faktor pengambilan keputusan pemilihan restoran. Analisis menunjukkan adanya peningkatan persepsi konsumen terhadap kesehatan, terutama di kalangan konsumen muda, yang mengindikasikan adanya kecenderungan terhadap pilihan makanan yang sehat [14].                           |
| 6 | <i>Consumers' Behavior of Restaurant Selection</i>  | 2018 | Menganalisis faktor utama yang mempengaruhi perilaku konsumen dalam memilih restoran. Data dikumpulkan dengan metode survey kepada 250 turis lokal dan asing. Hasil analisis menunjukkan bahwa kualitas makanan adalah faktor utama pemilihan restoran [15].   |
| 8 | <i>Factors Influencing Restaurant Selection in South Florida: Is Health Issue One of the Factors Influencing Consumers' Behavior When Selecting a Restaurant?</i> | 2010 | Menyelidiki faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan restoran, khususnya apakah masalah kesehatan berdampak pada perilaku konsumen. Menerapkan survey dan sampling kepada pelanggan restoran. Hasil analisis faktor mengidentifikasi tiga faktor utama yang mempengaruhi pemilihan restoran: nilai lingkungan eksternal, masalah kesehatan, dan nilai ekonomi [16]. |

### **Kebaruan**

Novelti (kebaruan) dari riset ini adalah (1) pengembangan ekosistem sadar dan peduli makanan sehat dengan berbantuan sistem cerdas pemilihan makanan dan ramah pengguna dan (2) mempertimbangkan keragaman restoran selain dari keragaman makanan dan konsumen untuk membantu konsumen memilih makanan terbaik pada restoran spesifik dengan konsep gizi presisi (*precision nutrition*).

### **Peta Jalan Riset**

Model berbasis GA yang telah dihasilkan pada penelitian sebelumnya menjadi dasar pada riset lanjutan yang diusulkan pada tahun 2024 ini. Selain HAKI dan publikasi, riset pada tahun 2024 ditargetkan untuk menghasilkan sebuah aplikasi cerdas pendukung pengambilan keputusan bagi konsumen dalam memilih makanan yang sehat di restoran Indonesia. Riset akan bermitra dengan sebuah restoran terpilih untuk memastikan sistem aplikasi dapat diimplementasikan secara nyata di lingkungan produsen dan konsumen makanan. Peta jalan riset untuk mengembangkan alat (*tools*) untuk pemilihan makanan dan minuman sehat ini disarikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Peta jalan riset pengembangan sistem cerdas pendukung pengambilan keputusan pemilihan makan dan minuman sehat hingga 2027.

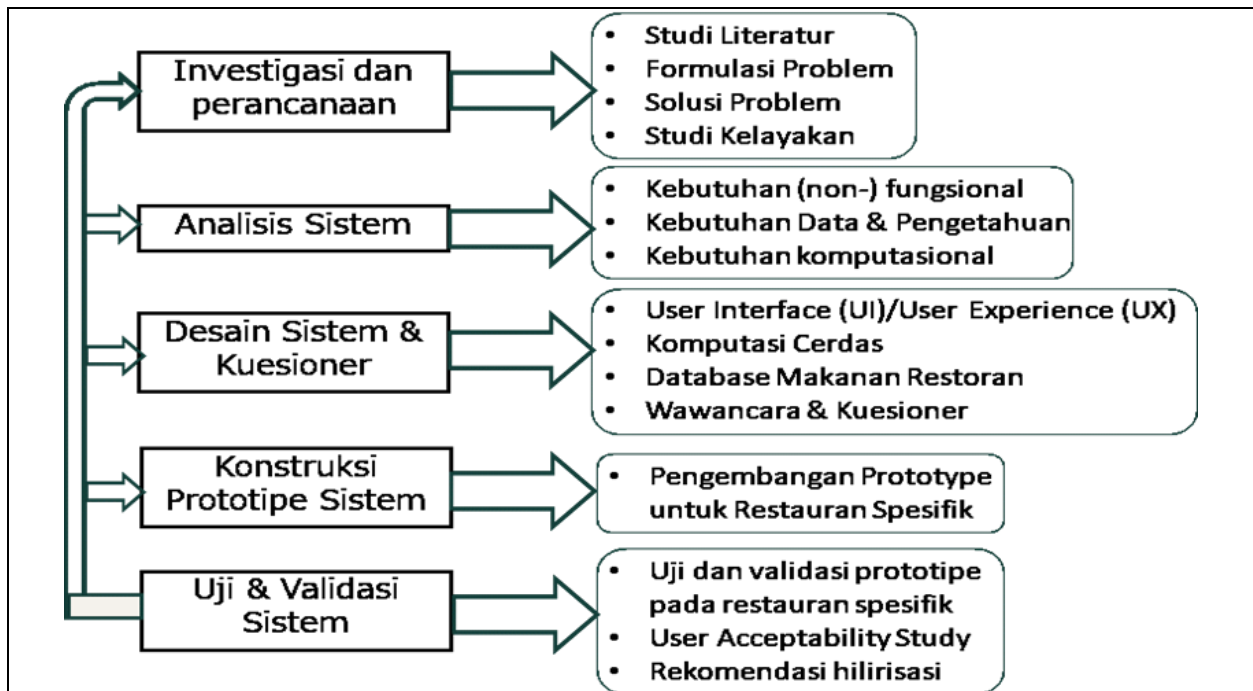
## E. METODE

Isian metode atau cara untuk mencapai tujuan yang telah ditetapkan tidak lebih dari 1000 kata. Pada bagian metode wajib dilengkapi dengan diagram alir penelitian yang menggambarkan apa yang sudah dilaksanakan dan yang akan dikerjakan selama waktu yang diusulkan. Format diagram alir dapat berupa file JPG/PNG. Metode penelitian harus memuat sekurang-kurangnya prosedur penelitian, hasil yang diharapkan, indikator capaian yang ditargetkan, serta anggota tim/mitra yang bertanggung jawab pada setiap tahapan penelitian. Metode penelitian harus sejalan dengan Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Metoda riset terdiri atas tahap: (1) Investigasi dan perencanaan, (2) Analisis sistem yang dikembangkan termasuk kuesioner, (3) Desain sistem dan kuesioner, (4) Konstruksi Sistem Prototipe, dan (5) Uji dan validasi (Gambar 2).

Hasil yang diharapkan: (1) Model Aplikasi Pendukung Keputusan Cerdas Dengan Pendekatan Makanan Presisi untuk Pemilihan Makanan dan Minuman Restoran Spesifik, (2) Publikasi, dan (3) Pencatatan Ciptaan.





Gambar 2. Tahapan Penelitian

### 1. Investigasi dan Perancangan

Tahap ini memformulasikan problema yaitu situasi yang tidak dikehendaki dengan pengetahuan, sikap (kepedulian) dan perilaku konsumen dalam memilih makanan yang terus bertambah jenis dan keragamannya dengan semakin berkembangnya restoran makanan di Indonesia.

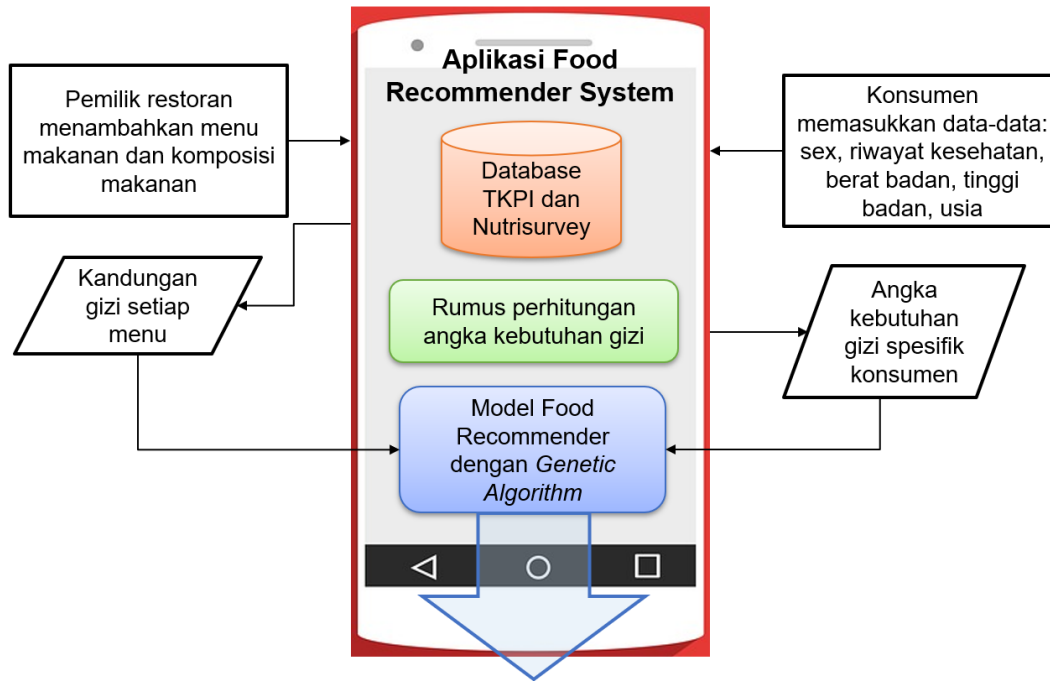
### 2. Analisis Sistem

Tahap analisis sistem meliputi kebutuhan sistem secara fungsional yang mencakup fungsi data & informasi, interaksi dan komputasi; serta kebutuhan non fungsional yang meliputi kemudahan penggunaan, kecepatan, keandalan sistem serta platform sistem operasi untuk aplikasi yang akan dikembangkan.

### 3. Desain Sistem dan Kuesioner

#### 3.1. Desain Sistem

Riset dirancang untuk menghasilkan sebuah aplikasi yang akan menjadi media untuk menjembatani kepentingan konsumen dan produsen (restoran). Ruang lingkup aplikasi disajikan pada Gambar 3.

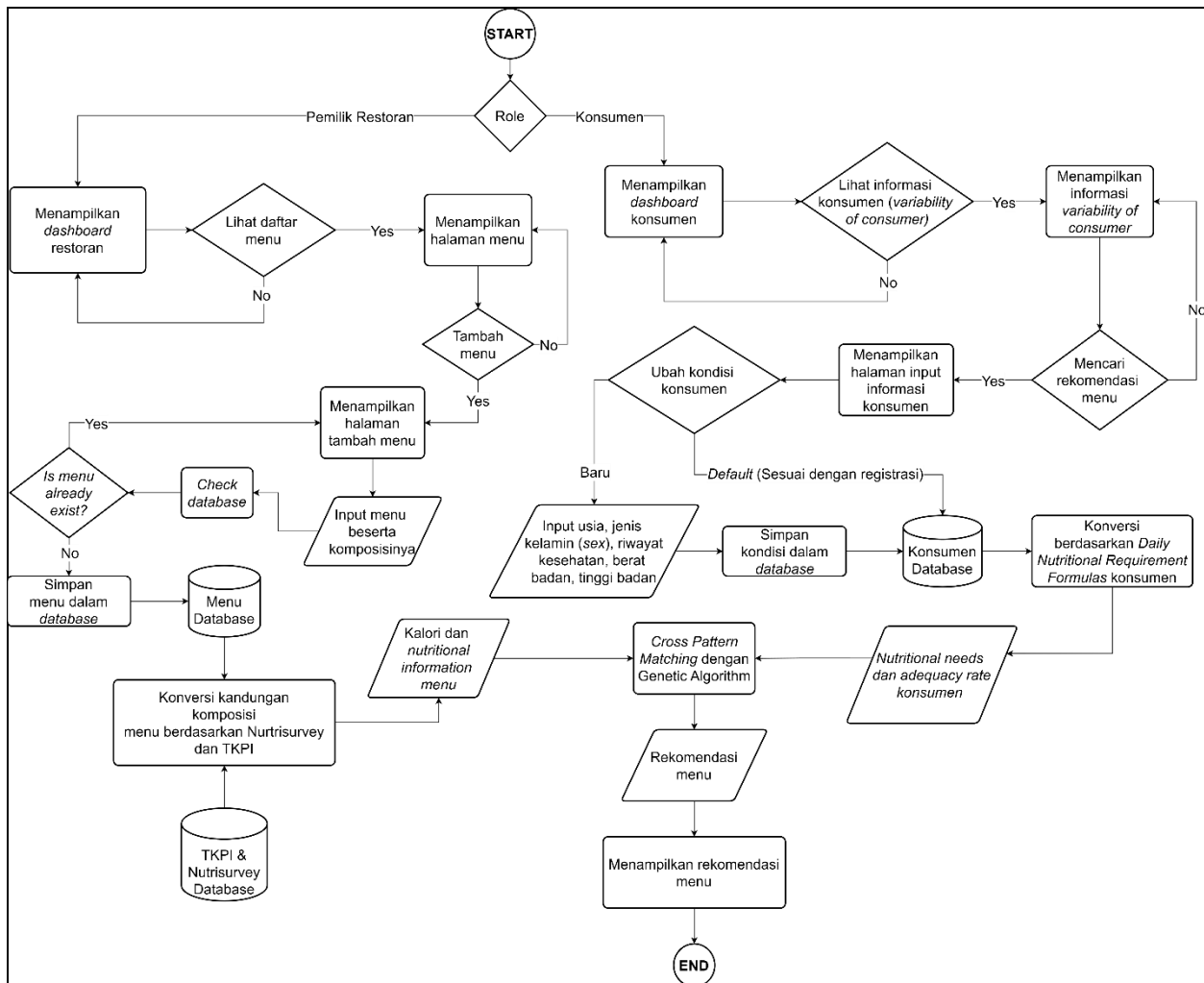


Rekomendasi menu untuk konsumen berdasarkan angka kecukupan gizi

Gambar 3. Rancangan aplikasi yang akan dikembangkan

Desain aplikasi yang akan dikembangkan ditampilkan pada Gambar 4. Terdapat 3 komponen utama dari aplikasi yang akan dikembangkan, yaitu:

- Database TKPI dan Nutrisurvey, untuk mengkonversi menu (komposisi makanan) menjadi kandungan gizi setiap menu;
- Rumus perhitungan angka kebutuhan gizi, untuk mengkonversi data konsumen menjadi angka kebutuhan gizi spesifik konsumen berdasarkan jenis kelamin, kondisi kesehatan (sehat, jantung, hipertensi, diabetes), berat badan, tinggi badan, dan usia [4];
- Model food recommender system dengan Genetic Algorithm yang telah dikembangkan pada penelitian kami sebelumnya, untuk meranking pilihan menu yang paling cocok untuk konsumen berdasarkan *fitness function* yang telah didefinisikan [4].



Gambar 4. Alur kerja sistem aplikasi yang akan dikembangkan

Aplikasi ini memiliki dua jenis pengguna, yaitu pemilik Restoran Karimata dan konsumen. Keduanya harus melakukan registrasi dan login sebelum mengakses aplikasi. Pemilik restoran dapat memasukkan menu dan komponen bahan-bahannya ke dalam aplikasi, yang kemudian dicatat dalam database. Data ini kemudian dikonversi berdasarkan Nutrisurvey dan TKPI untuk mendapatkan kalori dan nilai nutrisi dari setiap menu.

Konsumen dapat memasukkan informasi kondisi mereka seperti usia, jenis kelamin, riwayat kesehatan, berat badan, dan tinggi badan. Informasi ini akan disimpan dalam database dan digunakan untuk mencari rekomendasi menu. Informasi konsumen dikonversi berdasarkan rumus kebutuhan gizi harian untuk mendapatkan kebutuhan nutrisi dan tingkat kecukupan konsumen [4].

Setelah data kalori dan nutrisi setiap menu serta kebutuhan nutrisi dan tingkat kecukupan konsumen didapatkan, halaman rekomendasi menu akan ditampilkan. Halaman ini adalah hasil dari pemodelan *food recommender system* dengan *Genetic Algorithm*, dan menjadi dasar bagi konsumen dalam memilih menu makanan.

### 3.2. Penggalan Data Kuantitatif dan Kualitatif

Data kualitatif akan dikoleksi melalui teknik wawancara dan observasi. Wawancara dan panduan observasi ini difokuskan pada pemilik restoran, chef, dan konsumen restoran. Informan dari restoran maupun konsumen dipilih berdasarkan kepadatan pengunjung. Berdasarkan data pada Google Reviews, Restoran Karimata menerima banyak pengunjung pada akhir minggu, sedangkan lebih sedikit pengunjung pada hari kerja. Pertimbangan ini dilakukan untuk menangkap perilaku konsumen yang berbeda. Kemudian konsumen yang akan dipilih menjadi informan adalah mereka yang bersedia untuk diwawancara dan diobservasi setelah peneliti meminta persetujuan.

Wawancara mendalam akan dilakukan dengan pemilik restoran dan chef terkait dengan aspek menu. Wawancara akan mencakup pertimbangan dalam merancang menu, strategi pemasaran, dan persepsi mereka tentang preferensi konsumen. Wawancara ini akan memberikan wawasan yang mendalam tentang bagaimana menu dipilih, diatur, dan diimplementasikan di restoran tersebut. Selain itu, wawancara juga akan dilakukan dengan konsumen yang telah mengunjungi restoran, untuk memahami preferensi, kesiapan konsumen dalam menerima teknologi atau aplikasi yang akan dirancang, serta pertimbangan mereka dalam memilih menu di restoran. Data yang terkumpul dari wawancara dan observasi akan diolah menggunakan perangkat lunak NVivo12 untuk analisis yang sistematis dan mendalam terhadap data kualitatif yang diperoleh.

Data kuantitatif dan informasi meliputi:

a) *Jenis dan kandungan gizi makanan dan minuman*

Penggalan data dan informasi sekitar 40 jenis makanan dan minuman yang ditawarkan di Restoran Karimata akan meliputi:

- Identifikasi untuk dikelompokkan ke dalam: Makanan dan Minuman; Makanan dibagi ke dalam hidangan utama, lauk pauk, sayuran, condiment; minuman dibagi ke dalam minuman berkalori dan tidak berkalori;
- Pengukuran berat setiap jenis makanan dan minuman yang dihidangkan dan penetapan porsi untuk setiap orang melalui pengamatan, wawancara dan pengukuran langsung (triangulasi).
- Penghitungan kadar gizi makro dan mikro untuk semua makanan dan minuman yang ditawarkan di Restoran Karimata baik secara langsung di laboratorium maupun data sekunder misalnya Tabel Komposisi Pangan Indonesia dan aplikasi Nutrisurvey.

b) *Faktor-faktor yang mempengaruhi kandungan gizi makanan dan minuman*

Bahan dan proses makanan dan minuman dilakukan pada pemilik restoran dan chef, termasuk pengamatan langsung bahan segar.

c) *Faktor-faktor yang mempengaruhi pemilihan makanan dan minuman*

Desain penelitian cross sectional study. Subjek penelitian adalah konsumen di Restoran Karimata 30 orang. Pertanyaan menggunakan wawancara atau lembar kuesioner. Data primer meliputi data karakteristik subjek, karakteristik sosial, riwayat penyakit, aktivitas fisik dan gaya hidup; jumlah rombongan, kebiasaan makan di luar rumah, usia dan jenis kelamin, aktivitas fisik (recall 2x24 jam).

d) *Pengetahuan gizi, sikap dan perilaku*

Dilakukan pada konsumen dan pengelola rumah makan. Daftar pertanyaan meliputi zat gizi, bahan pangan, manfaat bagi kesehatan tubuh, penyakit terkait makanan dan pertimbangan pemilihan makanan.





- [10] Y. Zhang and H. Y. Ha, "The evolution of consumer restaurant selection: Changes in restaurant and food delivery application attributes over time," *Journal of Business Research*, vol. 170, p. 114323, Jan. 2024, doi: 10.1016/j.jbusres.2023.114323.
- [11] B. L. Chua, S. Karim, S. Lee, and H. Han, "Customer restaurant choice: an empirical analysis of restaurant types and eating-out occasions," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 17, no. 17, pp. 1–23, 2020, doi: 10.3390/ijerph17176276.
- [12] K. Peters and P. Hervé Remaud, "Factors influencing consumer menu-item selection in a restaurant context," *Food Quality and Preference*, vol. 82, 2020, doi: 10.1016/j.foodqual.2020.103887.
- [13] S. Durairaj and G. Gopinath, "Analytical Survey on Online Food Delivery Applications of Android Platform from a Service Perspective," *International Journal of Computer Sciences and Engineering*, vol. 7, no. 5, pp. 1021–1025, 2019, doi: 10.26438/ijcse/v7i5.10211025.
- [14] G. O. Chiciudean et al., "Assessing the importance of health in choosing a restaurant: An empirical study from romania," *International Journal of Environmental Research and Public Health*, vol. 16, no. 12, 2019, doi: 10.3390/ijerph16122224.
- [15] H. Fidan, A. Teneva, S. Stankov, and E. Dimitrova, "Consumers' Behavior of Restaurant Selection," in *International Conference on High Technology for Sustainable Development, HiTech 2018 - Proceedings*, 2018. doi: 10.1109/HiTech.2018.8566405.
- [16] J. Choi and J. Zhao, "Factors influencing restaurant selection in south florida: Is health issue one of the factors influencing consumers' behavior when selecting a restaurant?," *Journal of Foodservice Business Research*, vol. 13, no. 3, pp. 237–251, 2010, doi: 10.1080/15378020.2010.500254.

## ORIGINAL ARTICLE

# Suppression of Feed Intake in Response to Rice Bran Oil Supplementation in Normal Rat

Evy Damayanthi<sup>1</sup>, Hana Fitria Navratilova<sup>1</sup>, Maggy Thenawidjaja<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Department of Community Nutrition, Faculty of Human Ecology, IPB University, Bogor 16680, West Java, Indonesia

<sup>2</sup> Department of Food Technology, Faculty of Agricultural Technology, IPB University, Bogor 16680, West Java, Indonesia

## ABSTRACT

**Introduction:** Rice bran oil (RBO) is used in Asian countries as a daily dietary supplement. RBO is known in particular for its hypolipidemic effect. There has been increasing interest recently in the use of RBO as a means to maintain body weight and prevent obesity, though the mechanism of how this happens is still not well understood. We have investigated the effect of RBO on expression of genes that might influence energy homeostasis and feed intake. **Methods:** This study assessed Sprague-Dawley male rats at 12-weeks that were split into three groups over a 28-day period. A control group was fed a diet of standard rat chow, a standard group was fed standard rat chow with Orlistat (10.8 mg/kg bw/day), and a treatment group was fed standard rat chow with RBO (57.6 mg oryzanol/day). All supplementation was given by oral gavage. Possible adiposity was investigated through a histological analysis of adipocytes size measurement of intra-abdominal white adipose tissue in the rats. Changes in gene expression in the liver were determined by microarray. **Results:** The data suggest that RBO supplementation of a regular diet did not result in excess body weight and adiposity. A microarray analysis of the rats' livers found that RBO altered the expression of genes related to energy homeostasis and feeding behavior, by upregulating genes such as Olr522, RGD1561231 and Rgs16. **Conclusion:** It is suggested that RBO supplementation can be used to maintain body weight by lowering appetite.

**Keywords:** Energy homeostasis, Liver, Microarray, Orlistat, Oryzanol

## Corresponding Author:

Evy Damayanthi, PhD

Email: edamayanthi@apps.ipb.ac.id

Tel: +62-251-8625066

## INTRODUCTION

Rice bran oil (RBO) is extracted from the chaff of rice (*Oryza sativa*) and is often used as cooking oil and in salads in some Asian countries. RBO contains a variety of compounds that have high antioxidant activity, including tocopherol, tocotrienol and oryzanols. Lately, researchers have been looking at ways to produce good-quality RBO that does not lose much of its free fatty acid content while being refined. Equipment is needed to retain the bioactive compounds in refined RBO, such as gamma-oryzanol, an unsaponifiable matter fraction of crude RBO that separates during RBO refining process (1, 2).

RBO is reported to have a role in health at a time when cardiovascular disease (CVD) is believed to be the most common cause of death (3,4). High blood cholesterol and diabetes are among the main risk factors for CVD, while RBO has been seen to improve lipid profile, blood glucose level, cancer, and muscular strength. Its popularity is based on nutritional benefits, primarily

through its ability to reduce cholesterol in persons with a high blood lipid profile (5). For someone who is normolipidemic, RBO can help maintain blood cholesterol at ideal levels (6). RBO's ability to lower blood cholesterol is comes from the unsaponifiable matter it contains, such as gamma oryzanol, and not its fatty acid composition (7). Research on rice bran as an anti-obesity treatment was carried out Recently in a study that found that when rats are fed a high-energy-density diet with rice bran, their body weight and adipocyte size reduce (8).

Many researchers have reported the various ways in which RBO's molecular mechanism can improve lipid profiles. Adding RBO into one's diet has the desirable effect of lowering blood lipid and also suppressing hyperinsulinemia in diabetic rats (9, 10). RBO's high gamma-oryzanol and gamma-tocotrienol content can increase cholesterol synthesis and catabolism, thus elevating the excretion of fecal neutral sterol and bile acid. This concomitantly leads to the hypocholesterolemia effect (9) or down-regulation of lipogenesis genes expression and differences in their metabolites (10). Unfortunately, little research has been done to reveal its anti-obesity properties at a molecular level.. Therefore, this study was conducted to investigate how energy homeostasis and feed intake were effected



by RBO supplementation, and find out which genes were involved.

## MATERIALS AND METHODS

### Animals and treatments

All animal experiment procedures were in accordance with the animal experiments guidelines, and were approved by the Animal Experimentation Ethics Committee, IPB University Veterinary Teaching Hospital. The rats were housed and handled under standard laboratory animal care procedures (temperature of  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , 12 hours dark/light cycle).

Male white Sprague Dawley rats (12 weeks old, body weight  $\pm 300$  g) purchased from Biopharmaca Research Centre (IPB University, Bogor, Indonesia) were housed at IPB University Veterinary Teaching Hospital. The rats were kept for seven days to adapt, and then divided into three groups (7 rats per group). The negative control group consisted of rats fed a standard rat chow diet (23% protein, 4% fat, energy 2,750 kcal/100g; Indonesia Formula Feed, Bogor, Indonesia), The positive control group comprised of rats that were fed a standard rat chow diet plus 10.8 mg/kg b.w. orlistat (Xenical, Roche, Switzerland). Each rat in the third group was fed a standard rat chow diet plus RBO (57.6 mg gamma-oryzanol/day; Oryza Grace, Thailand). The RBO dose was chosen based on Kustiyah et al. (11) and Damayanthi et al. (12). The RBO and orlistat were administered twice a day via oral gavage for 28 days, as the standard observation period for a clinical trial. The rats' body weight was measured once every week and its food intake was measured daily. After 28 days, all rats were made to fast overnight being sacrificed under anesthesia (mix of ketamine 75 mg/kg b.w. and xylazine 5 mg/kg b.w., intraperitoneal). Incision was made from rats' abdomen. The liver and white adipose tissue (WAT) were collected and weighed. The WAT was immediately treated for histological analysis, whereas the liver was stored in a freezer ( $-80^\circ\text{C}$ ) for further analysis.

### Histological analysis

Histological analysis was done on the epididymal WAT (13) which has been weighed and placed in 10% buffer neutral formalin fixative for 48 hours. The processed tissues were then embedded into paraffin blocks. Each section was cut three micrometers thick using rotary microtome (Reichert-Jung, Germany), then stained using haematoxylin and eosin (H&E). Mayer's haematoxylin was applied for eight minutes, lithium carbonate for 30 seconds, and Eosin for three minutes. Between each step, there was 30 seconds of washing with tap water. Each slide was examined under a light microscope (Olympus PM-10 AD, Japan) under the guidance of a pathologist, and pictures of adipose tissue were taken. The adipocytes size were measured using ImageJ (National Institutes of Health, Bethesda, Maryland, USA) on the basis of 200

adipocytes per animal, with clear-stained cells and no tissue contamination.

### Microarray analysis

The GeneChip® Rat Gene 2.0 ST Array (Affymetrix, United States) was used for microarray analysis at MacroGen Inc (South Korea). Three liver sample were examined from each group. After RNA isolation, only one sample from RBO group was suitable for further analysis. The microarray analysis processes were carried out according to previous work (14). Affymetrix® GeneChip Command Console® Software was used for exporting and analyzing array data. The robust multi-array average method was used to normalize the scanned reading. Changes in gene expression were calculated as log-ratio signal between intervention and control. Gene-enrichment and functional annotation analysis was carried out through Gene Ontology (geneontology.org), from which a list of significant probes was created. All data analysis and visualization of differentially expressed genes was conducted using R 3.3.2 (www.r-project.org). The top 10 upregulated and down-regulated genes were determined only for genes whose orthologs were already known.

### Statistical analysis

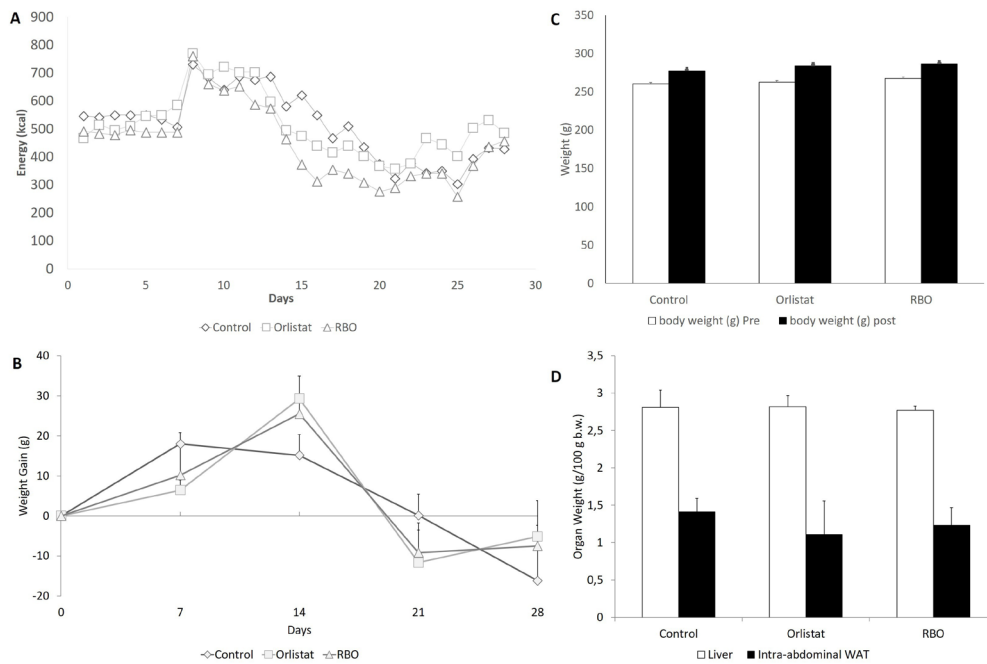
Statistical analysis was carried out by Student's t-test using GraphPad Prism. *P* value  $< 0.05$  was considered statistically significant. Data are represented as means  $\pm$ SEM.

## RESULTS

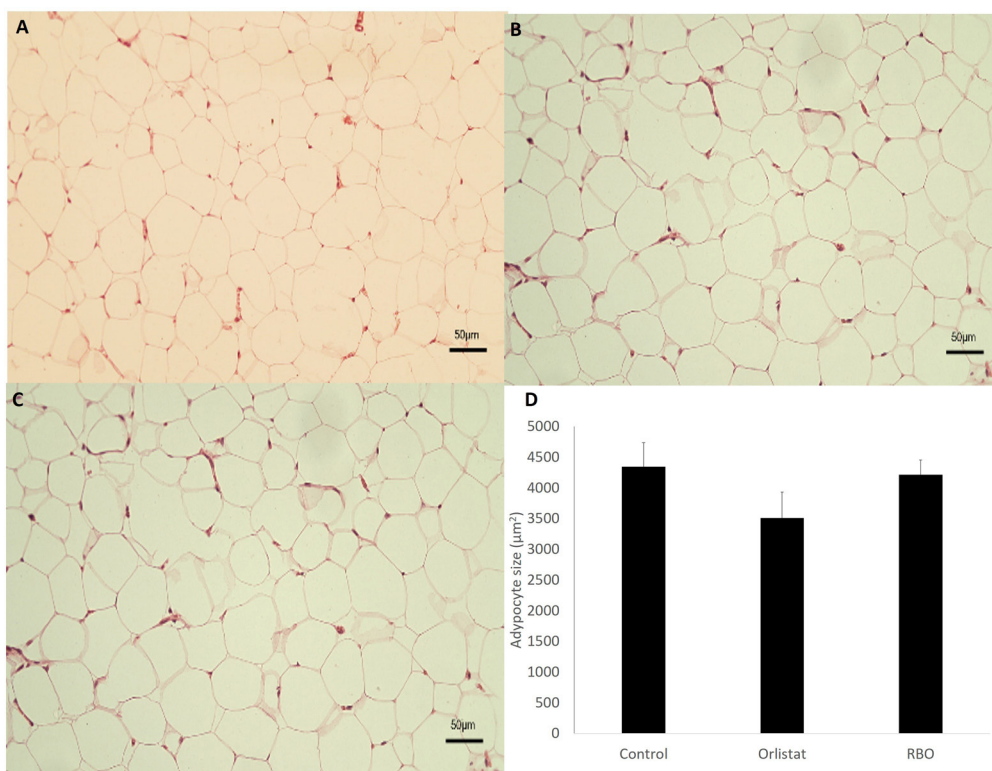
### Rat supplemented with Rice Bran Oil (RBO) did not gain excess weight and did not alternate adiposity

We observed that RBO group had a lower body weight than control (Figure 1A), though the difference was not significant. During the first two weeks, both RBO and orlistat groups showed remarkable body weight gain, which declined thereafter (Figure 1B). This decline after day 14 can be attributed to a decrease of food intake (Figure 1C). To further investigate whether RBO supplementation triggered adiposity in the liver and intra-abdominal WAT, we performed a histological analysis.

There was no difference between any of the group in terms of the main organs that store adipocyte (liver and intra-abdominal WAT) (Figure 1D). Furthermore, H&E staining of epididymal WAT showed no clinical abnormalities and sign of adiposity (Figure 2A-C). Adipocyte size quantification showed no significance difference between groups with  $4345.25 \pm 389.35 \mu\text{m}^2$ ,  $3507.16 \pm 423.70 \mu\text{m}^2$ , and  $4215.51 \pm 238.03 \mu\text{m}^2$  for control, orlistat, and RBO group, respectively (Figure 2D). RBO groups tended to have smaller adipocyte sizes than the control group. Altogether, the data suggests that RBO supplementation, in addition to a normal diet, did



**Figure 1: Growth performance of rats fed normal diet and supplemented either with water (control), Orlistat (standard), or RBO (test) for 28 days (n = 5-7 per group).** (A) Average daily calorie intake. (B) Bodyweight changes in rats. (C) Body weight before and after 28-days intervention. (D) Liver and Intra-abdominal WAT weight after 28 days. Error bars represent SEM. \* indicates significantly different according to Student t-test ( $p < 0.05$ ).



**Figure 2: Histological analysis.** H&E staining of epididymal fat of (A) control group, (B) Orlistat group, and (C) RBO groups after 28-days intervention.

not result in excess body weight gain.

### RBO supplementation affect genes related to sensory perception

To identify RBO's molecular mechanism that manages body weight, we performed a whole genome microarray analysis using Affymetrix GeneChip Rat Gene 2.0 ST

Array on the rats' livers. The mRNA expression of 29,489 probes was examined from one sample of liver from RBO group and three samples of liver from orlistat group. The expression of upregulated genes ( $\log_{2}FC > 2$ ) between the orlistat and RBO groups observed approximately 341 probes and 19 probes, respectively, while down-regulated genes ( $\log_{2}FC > 2$ ) had 43 and 124 probes,

respectively (Figure 3A). Based on the number of probes that are up- and down-regulated, it can be seen that orlistat and RBO works differently. Our analysis revealed that biological process with the highest significance counts were related to "neurological system process", "G-protein coupled receptor signaling pathway", and "sensory perception of chemical stimulus" (Figure 3C).

The most upregulated gene by RBO supplementation was Olf522, an olfactory receptor that relates to odorant molecules in the nose to activate the perception of scent (Table I). The olfactory receptor molecular function is among the top ten terms of GO functional analysis (Figure 3D). On the other hand, RT1-S2 is the most down-regulated genes (Table II). It is expected to be involved in antigen handling and the arrangement of endogenous peptide antigen.

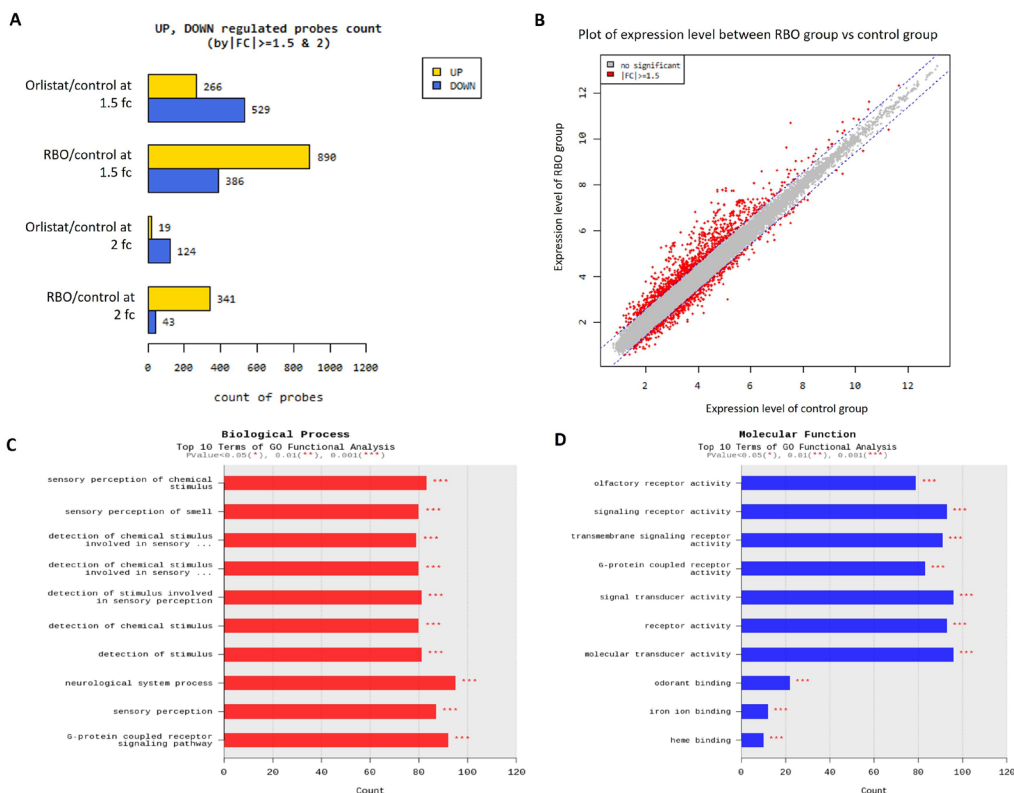
**DISCUSSION**

RBO is often used as dietary supplement and is seen as a safe alternative to prevent obesity, compared to drugs such as orlistat. Our data indicate that RBO prevented the possible weight gain, despite the extra energy in the oil itself. It is worth noting that the amount of calories ingested per day was lower, thus we cannot draw a conclusion over whether the effect is from bioactive component of RBO or limited calorie intake. However, RBO is rich in C18 fatty acids (15). It is known that long-chain fatty acid may reduce food intake. Previous

**Table I: Top 10 up-regulated genes**

| Gene       | Name  | Predicted Function *)   | Fold Change |
|------------|---|---|-------------|
| Olf522     | olfactory receptor 522                              | Involved in G protein-coupled receptor signaling pathway and sensory perception of smell.   | 9,30        |
| RGD1561231 | Similar to microtubule affinity-regulating kinase 4 | Involved in intracellular signal transduction and microtubule cytoskeleton organization.  | 5,89        |
| Rgs16      | regulator of G-protein signaling 16                 | Involved in G protein-coupled receptor signaling pathway and positive regulation of GTPase activity.  | 4,49        |
| MGC108823  | similar to interferon-inducible GTPase              | Involved in cellular response to interferon-beta and defense response.  | 4,35        |
| RGD1561667 | similar to putative protein kinase                  | Involved in intracellular signal transduction and protein phosphorylation.  | 3,96        |
| Adh6       | alcohol dehydrogenase 6 (class V)                   | Involved in ethanol oxidation; response to ethanol; and retinoid metabolic process.   | 3,87        |
| RGD1564665 | similar to RIKEN cDNA 4930555G01                    | Interact with indole-3-methanol   | 3,18        |
| Scd1       | stearoyl-CoA desaturase                             | Exhibits iron ion binding activity and stearoyl-CoA 9-desaturase activity. Involved in response to fatty acid and unsaturated fatty acid biosynthetic process | 3,09        |
| Smok2a     | sperm motility kinase 2A                            | Involved in intracellular signal transduction and protein phosphorylation   | 3,06        |
| Vnn3       | vanin 3   | Involved in pantothenate metabolic process  | 2,87        |

\*) based on NCBI gene data base



**Figure 3: Microarray analysis results.** (A) up-/down-regulated probes (fold change based). (B) Plotted a scatter plot of expression level between each comparison. Top 10 terms of Gene Ontology Enrichment Analysis result were described by Bar graph for (C) Biological Process and (D) Molecular Function.

**Table II: Top 10 down-regulated genes**

| Gene       | Name  | Predicted Function *)  | Fold Change |
|------------|---|--|-------------|
| RT1-S2     | RT1 class Ib, locus S2                            | Involved in several processes, including antigen processing and presentation of endogenous peptide antigen via MHC class I via ER pathway, TAP-independent; antigen processing and presentation of endogenous peptide antigen via MHC class Ib; and positive regulation of T cell mediated cytotoxicity. | -2,67       |
| Olr832     | olfactory receptor 832                            | Involved in G protein-coupled receptor signaling pathway and detection of chemical stimulus involved in sensory perception of smell.   | -2,65       |
| Prdm5      | PR/SET domain 5                                   | Involved in several processes, including cellular response to leukemia inhibitory factor; histone modification; and negative regulation of transcription by RNA polymerase II.   | -2,47       |
| Acmsd      | amino-carboxy-muconate semialdehyde decarboxylase | Exhibits aminocarboxymuconate-semialdehyde decarboxylase activity. Involved in aging and tryptophan catabolic process  | -2,47       |
| RGD1563231 | similar to immunoglobulin kappa-chain VK-1        | Involved in immune response and immunoglobulin production.   | -2,28       |
| Acnat1     | acyl-coenzyme A amino acid N-acyl-transferase 1   | unknown  | -2,23       |
| Olr184     | olfactory receptor 184                            | Involved in G protein-coupled receptor signaling pathway and detection of chemical stimulus involved in sensory perception of smell.   | -2,12       |
| Bst1       | bone marrow stromal cell antigen 1                | Involved in several processes, including positive regulation of B cell proliferation; regulation of neutrophil chemotaxis; and regulation of peptidyl-tyrosine phosphorylation.  | -2,03       |
| Mir328     | microRNA 328                                      | Involved in long-term synaptic potentiation.   | -2,03       |
| Abcg2      | ATP binding cassette subfamily G member 2         | Exhibits cytoskeletal protein binding activity and transmembrane transporter activity. Involved in several processes, including cellular response to lipid; embryonic process involved in female pregnancy; and urate salt excretion   | -2,02       |

\*) based on NCBI gene data base

studies have shown that emulsion enriched with linoleic acid (C18:2) suppresses food consumption in humans, helping them concomitantly maintain their body weight (16; 17). Although these results do not exclude a role for gamma-oryzanol in reducing food intake, fatty acid composition of RBO seems a much more plausible mechanism for appetite suppression in rats.

The amount of fat ingested in the RBO group was the greatest due to the supplementation, though it seems that not all the fats has been absorbed. Histological analysis revealed that the RBO group tended to have smaller adipocyte sizes than the control group. This result is in line with a previous study that demonstrated how RBO supplementation can avert the growth of WAT while also boosting lipid metabolism in mice (18). Moreover, the gamma-oryzanol in RBO influences WAT size reduction and inhibits fat formation (19). Distribution of body fat is associated with liver fat content (20), and the

liver weights in the RBO group was similar to those of the control group, indicating that RBO supplementation does not induce adiposity, despite the additional fat intake.

We then took our investigation to a molecular level by using microarray to elucidate possible mechanisms for how RBO may act as anti-obesity treatment. Orlistat was used as standard because it is widely used to prevent lipid absorption, and consequently leads to weight reduction (21). However, it seems RBO and orlistat have different mechanisms, as seen in Figure 3A. The number of genes that were upregulated were different for each treatment (19 for orlistat and 341 for RBO). This is interesting because it has been suggested that gamma-oryzanol from RBO might prevent fatty acid absorption in the small intestine (22; 23). Future studies are needed to validate the current finding as the number of samples used for microarray analysis is limited.

Biological processes that were identified through a GO Functional Analysis in this study are dominated by sensory perception. Sensory perception of smell appeared predominantly after RBO supplementation. A previous study found that sense of smell has an effect on the metabolic pathway of hunger and satiety (24). Moreover, olfactory processing serves as a link between appetite, food reward, and metabolism (25). Based on an analysis of top 10 terms for molecular function, olfactory receptor activity occurs significantly.

According to a microarray analysis, Olr522 gene that encode for olfactory receptors is the most upregulated genes in rats' livers. While Olr832 and Olr184, which also have a sensory perception functions, are among the top 10 downregulated genes. Although the exact regulatory link among olfactory receptor genes is still unknown, several studies have attributed the role of olfactory receptors on appetite regulation (26-28). RGD1561231 and Rgs16 have been investigated for their roles on energy homeostasis related to feeding behavior (29; 30). RGD1561231, which is similar to microtubule affinity-regulating kinase 4 (MARK4), was shown to be a factor regulating AMP-activated protein kinase (AMPK) activity (29). While, Rgs16 is expressed in periportal hepatocytes to maintain body weight homeostasis through fatty acid oxidation and glucose production (30). Conceivably, suppressive effect of appetite from olfactory-receptors-related genes leads to low adiposity. Overall, our data indicate that RBO supplementation might influence rat appetite and energy homeostasis.

## CONCLUSION

We showed that supplementation of RBO in addition to normal diet in rats might have a beneficial effect on maintain body weight by reducing appetite. Reduced feed intake preventing excess fats stored in white adipose tissue. In this way, olfactory-receptors-related

genes might be a novel target gene to protect against obesity.

## ACKNOWLEDGEMENTS

This study was funded under research grant scheme of *Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi* year 2018 from Ministry of Research, Technology & Higher Education, Republic of Indonesia. The authors would like to thank Enago (www.enago.com) for the English language review.

## REFERENCES

- Ghosh M. Review on Recent Trends in Rice Bran Oil Processing. *J. American Oil Chem Soc.* 2007; 84: 315.
- De BK, Patel JD. Effect of different degumming processes and some nontraditional neutralizing agent on refining of RBO. *J. Oleo Sci.* 2010; 59:121-125.
- Chun-Kuang Shih a, Chia-Jung Ho a, Sing-Chung Li a, Shwu-Huey Yang a, Wen-Chi Hou, Hsing-Hsien Cheng. Preventive effects of rice bran oil on 1,2-dimethylhydrazine/dextran sodium sulphate-induced colon carcinogenesis in rats. *Food Chemistry.* 2011; 126: 562–567.
- Eslami S, Esa NM, Marandi SM, Gholamali Ghasemi G, and Eslami E. Effects of gamma oryzanol supplementation on anthropometric measurements & muscular strength in healthy males following chronic resistance training. *Indian J Med Res.* 2014; 139(6): 857–863.
- Kennedy A, Menon SD and Suneetha E. Study on effect of Rice bran & Sunflower oil blend on Human Lipid profile. *Indian J. Applied & Pure Bio.* 2010; 25(2): 375-384
- Most MM, Tulley R, Morales S and Lefevre M. Rice bran oil, not fiber, lowers cholesterol in humans. *Am J Clin Nutr.* 2005; 81:64-8.
- Yang SC, Huang EC, Ng XE, Lee MC, Hsu YJ, Huang CC, Wu HH, Shirakawa H, Budijanto S, Tung TH, Tung YT. Rice Bran Reduces Weight Gain and Modulates Lipid Metabolism in Rats with High-Energy-Diet-Induced Obesity. *Nutrients* 2019; 11: 2033
- Chen CW and Cheng HH. A Rice Bran Oil Diet Increases LDL-Receptor and HMG-CoA Reductase mRNA Expressions and Insulin Sensitivity in Rats with Streptozotocin/ Nicotinamide-Induced Type 2 Diabetes. *J. Nutr.* 2006; 136: 1472–1476
- Tsui-Wei Chou, Chien-Ya Ma, Hsing-Hsien Cheng, Ya-Yen Chen, and Ming-Hoang Lai. A Rice Bran Oil Diet Improves Lipid Abnormalities and Suppress Hyperinsulinemic Responses in Rats with Streptozotocin/Nicotinamide-Induced Type 2 Diabetes. *J. Clin. Biochem. Nutr.* 2009; 45: 29–36
- Kustiyah L, Dewi M, Damayanthi E, Dwiriani CM, Alamsah D. Lipid Profile Improvement of Overweight-Obese Adults after High Antioxidant Tomato and Rice Bran Drinks Intervention. *Indian Journal of Public Health Research & Development.* 2019; 10(6): 491-495
- Damayanthi E, Muchtadi D, Syarief H, Wijaya CH, Damardjati DS. Antioxidant activity of rice bran oil and its fractions in vitro. *Food Technology and Industry Journal.* 2004; 15 (1).
- Jo J, Gavrilova O, Pack S, Jou W, Mullen S, Sumner AE, Cushman SW, Perival V. Hypertrophy and/or hyperplasia: dynamics of adipose tissue growth. *PLoS Computational Biology.* 2009; 5(3):1-11.
- Quakenbush J. Microarray data normalization and transformation. *Nat Genet.* 2002; 32 Suppl:496-501.
- Orsanova J, Misurcova L, Ambrozova JV, Vicha R, Mlcek J. Fatty acids composition of vegetable oil s and its contribution to dietary energy intake and dependence of cardiovascular mortality on dietary intake of fatty acids. *Int J Mol Sci.* 2015; 16(6):12871-90
- French SJ, Conlon CA, Mutuma ST, Arnold M, Read NW, Meijer G, Francis J. The effect of intestinal infusion of long-chain fatty acids on food intake in humans. *Gastroenterology.* 200; 119(4):943-8
- Feltrin KL, Little TJ, Meyer JH, Horowitz M, Smout AJ, Wishart J, Pilichiewicz AN, Rades T, Chapman IM, Feinle-Bisset C. Effects of intraduodenal fatty acids on appetite, antropyloro duodenal motility, and plasma CCK and GLP-1 in human vary with their chain length. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2004; 287(3): R524-33
- Kobayashi E, Ito J, Shimizu N, Kokumai T, Kato S, Sawada K, Hashimoto H, Eitsuka T, Miyazawa T, and Nakagawa K. Evaluation of  $\gamma$ -oryzanol accumulation and lipid metabolism in the body of mice following long-term administration of  $\gamma$ -oryzanol. *Nutrients.* 2019; 11(1): 104
- Wang L, Lin Q, Yang T, Liang Y, Nie Y, Luo Y, Shen J, Fu X, Tang Y, Luo F. Oryzanol modifies high fat diet-induced obesity, liver gene expression profile, and inflammation response in mice. *J Agric Food Chem.* 2017; 65(38): 8374-8385
- Ramirez-Vázquez R, Izquierdo M, Correa-Bautista JE, Correa-Rodriguez M, Schmidt-RioValle J, González-Jiménez E, González-Jiménez K. Liver fat content and body fat distribution in youth with excess adiposity. *J Clin Med.* 2018; 7(12): pii: E528
- Kaplan LM. Pharmacological therapies for obesity. *Gastroenterol Clin N Am.* 2005; 34:91-104.
- Ijiri J, Nojima T, Kawaguchi M, Yamauchi Y, Fujita Y, Ijiri S, Ohtsuka A. Effect of feeding outer bran fraction of rice on lipid accumulation and fecal excretion in rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry.* 2015;79(8):1337-1341.
- Rong N, Ausman LM, Nicolosi RJ. Oryzanol decreases cholesterol absorption and aortic fatty streaks in hamster. *Lipids.* 1997; 32(3):303-309.

23. Fine LG and Riera CE. Sense of smell as the central driver of Pavlovian Appetite Behavior in Mammals. *Front Physiol* 2019; 10:1151
24. Bojanowski V and Hummel T. Retronasal perception of odors. *Physiol Behav.* 2012; 107: 484-487
25. Shen J, Nijima A, Tanida M, Horii Y, Maeda K, Nagai K. Olfactory stimulation with scent of grapefruit oil affects autonomic nerves, lipolysis and appetite in rats. *Neurosci Lett.* 2005; 380:289-294
26. Fleischer J, Bumbalo R, Bautze V, Strotmann J, Breer H. Expression of odorant receptor Olfr78 in enteroendocrine cells of the colon. *Cell Tissue Res* 2015; 361: 697-710
27. Priori D, Colombo M, Clavenzani A, Jansman J, Lallès JP, Trevisi P, Bosi P. The olfactory receptor OR51E1 is present along the gastrointestinal tract of pigs, co-localizes with enteroendocrine cells and is modulated by intestinal microbiota. *PLoS One.* 2015; 10:e0129501
28. Al-Hakim AK, Zagorska A, Chapman L, Deak M, Peggie M, Alessi DR. Control of AMPK-related kinases by USP9X and atypical Lys(29)/Lys(33)-linked polyubiquitin chains. *Biochem J.* 2008; 411(2):249-60
29. Huang J, Pashkov V, Kurrasch DM, Yu K, Gold SJ, Wilkie TM. Feeding and fasting controls liver expression of a regulator of G protein signalling (Rgs16) in periportal hepatocytes. *Comp Hepatol.* 2006; 5:8



Depan Pintu Tol Sentul Selatan, Jagorawi,  
Desa Cipambuan, Kec. Babakan Madang,  
Kabupaten Bogor

Telp. 085782887745  
[www.restorankarimata.com](http://www.restorankarimata.com)  
Instagram : [restoran.karimata](https://www.instagram.com/restoran.karimata)

## SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Agung Eko Widodo  
Jabatan : Direktur CV. Karimata Resto  
No. Telepon HP : 081299042260  
Alamat : Kp. Cipambuan RT.04 RW.02 Kecamatan Babakan Madang  
Kabupaten Bogor

Dengan ini menyatakan bersedia menjadi mitra terhadap penelitian :

Nama : Prof. Dr. Ir. Kudang Boro Seminar, M.Sc.  
NIDN : 0018115912  
Judul Proposal : Sistem Pendukung Keputusan Cerdas Dengan Pendekatan Gizi Presisi  
untuk Pemilihan Makanan dan Minuman Restoran Spesifik Indonesia.  
Bentuk Dukungan : Fasilitas, akomodasi dan tenaga ahli CV. Karimata Resto  
Total Kontribusi Dana : Rp 50.130.000,-

Dan saya menyatakan bahwa saya tidak memiliki afiliasi atau hubungan keluarga dengan tim pengusul.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Bogor, 25 Maret 2024

CV. Karimata Resto.



Agung Eko Widodo  
Direktur

**PERSETUJUAN PENGUSUL**

| Tanggal Pengiriman | Tanggal Persetujuan | Nama Pimpinan Pemberi Persetujuan | Sebutan Jabatan Unit | Nama Unit Lembaga Pengusul   |
|--------------------|---------------------|-----------------------------------|----------------------|------------------------------|
| 26/03/2024         | 28/03/2024          | SUGENG HERI<br>SUSENO             | Direktur             | Direktorat Riset dan Inovasi |

**Komentar : Disetujui**

Disetujui