

# PENGANTAR PANGAN FUNGSIONAL

Fitri Wahyuni  
Muhammad Nuzul Azhim Ash Siddiq  
Dwi Lestari  
Efriwati  
Ulfatul Mardiyah  
Euis Nurlaela  
Kencana Sari  
Dewi Syahidah  
Khartini Kaluku  
Dini Wulan Dari  
Suci Apsari Pebrianti  
Bovi Wira Harsanto  
Rahmawati



# **PENGANTAR PANGAN FUNGSIONAL**

**Fitri Wahyuni  
Muhammad Nuzul Azhim Ash Siddiq  
Dwi Lestari  
Efriwati  
Ulfatul Mardiyah  
Euis Nurlaela  
Kencana Sari  
Dewi Syahidah  
Khartini Kaluku  
Dini Wulan Dari  
Suci Apsari Pebrianti  
Bovi Wira Harsanto  
Rahmawati**



**GETPRESS INDONESIA**

# **PENGANTAR PANGAN FUNGSIONAL**

## **Penulis :**

Fitri Wahyuni  
Muhammad Nuzul Azhim Ash Siddiq  
Dwi Lestari  
Efriwati  
Ulfatul Mardiyah  
Euis Nurlaela  
Kencana Sari  
Dewi Syahidah  
Khartini Kaluku  
Dini Wulan Dari  
Suci Apsari Pebrianti  
Bovi Wira Harsanto  
Rahmawati

**ISBN : 978-623-198-587-3**

**Editor :** Dr. Oktavianis, M.Biomed.

Dr. Neila Sulung, N.S., S.Pd., M.Kes.

**Penyunting:** Mila Sari, M.Si.

**Desain Sampul dan Tata Letak :** Tri Putri Wahyuni, S.Pd.

**Penerbit :** GETPRESS INDONESIA

Anggota IKAPI No. 033/SBA/2022

## **Redaksi :**

Jl. Palarik RT 01 RW 06 Kelurahan Air Pacah  
Kecamatan Koto Tangah Padang Sumatera Barat

website: [www.getpress.co.id](http://www.getpress.co.id)

email: [adm.getpress@gmail.com](mailto:adm.getpress@gmail.com)

Cetakan pertama, 13 Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk  
dan dengan cara apapun tanpa izin tertulis dari penerbit.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayahNya, maka Penulisan Buku dengan judul Pengantar Pangan Fungsional dapat diselesaikan dengan baik. Buku ini berisikan tentang pengenalan pangan fungsional, klorofil, flavonoid (anthocyanin dan isoflavon), sifat fungsional karotenoid (likopen dan *lutein*), sifat fungsional asam lemak, sifat fungsional katekin & allisin, pembentukan radikal bebas dan sistem pertahanan tubuh terhadap radikal bebas, sistem pertahanan tubuh humoral dan seluler, sifat fungsional serat pangan, sifat fungsional pati resisten, sistem fungsional prebiotik, probiotik, dan sinbiotik, sifat antioksidan dari zat gizi dan zat non-gizi,  $\beta$ -glukan.

Buku ini masih banyak kekurangan dalam penyusunannya. Oleh karena itu, kami sangat mengharapkan kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku ini selanjutnya. Kami mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam proses penyelesaian Buku ini. Semoga Buku ini dapat menjadi sumber referensi dan literatur yang mudah dipahami.

Padang, 13 Agustus 2023  
Penulis

## DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB 1 PENGENALAN PANGAN FUNGSIONAL .....</b>	<b>1</b>
1.1 Pendahuluan .....	1
1.2 Definisi Pangan Fungsional .....	2
1.2.1 Persyaratan Pangan Fungsional.....	4
1.2.2 Ragam Bentuk Pangan Fungsional .....	6
1.3 Senyawa Fungsional .....	7
1.4 Pangan Lokal Indonesia yang Berpotensi sebagai Pangan Fungsional.....	8
1.5 Hal Penting tentang Pangan Fungsional.....	11
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>12</b>
<b>BAB 2 KLOROFIL .....</b>	<b>15</b>
2.1 Pendahuluan .....	15
2.2 Jenis-jenis Klorofil dan Turunannya .....	17
2.2.1 Jenis-Jenis Klorofil.....	18
2.2.2 Turunan Klorofil.....	19
2.3 Kandungan Gizi dan Manfaat Kesehatan Klorofil.....	22
2.4 Potensi Klorofil Dalam Pangan Fungsional .....	26
2.5 Kesimpulan.....	27
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>29</b>
<b>BAB 3 FLAVONOID (ANTHOCYANIN DAN ISOFLAVON).....</b>	<b>31</b>
3.1 Pendahuluan .....	31
3.2 Anthocyanin .....	33
3.2.1 Tipe dan Struktur Anthocyanin.....	34
3.2.2 Aktivitas Antioksidan Anthocyanin.....	34
3.2.3 Manfaat Anthocyanin Untuk Kesehatan .....	36
3.3 Isoflavon .....	40
3.3.1 Tipe dan Struktur Isoflavon .....	40
3.3.2 Aktivitas Antioksidan Isoflavon .....	41
3.3.3 Manfaat Isoflavon Untuk Kesehatan .....	44
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>45</b>
<b>BAB 4 SIFAT FUNGSIONAL KAROTENOID (Likopen dan Lutein).....</b>	<b>55</b>
4.1 Pendahuluan .....	55
4.2 Likopen.....	56
4.2.1 Sifat Fungsional Likopen .....	57
4.2.2 Sumber Likopen .....	62
4.3 Lutein .....	63
4.3.1 Sifat fungsional lutein .....	64

4.3.2 Sumber Lutein .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>69</b>
<b>BAB 5 SIFAT FUNGSIONAL ASAM LEMAK .....</b>	<b>75</b>
5.1 Pendahuluan .....	75
5.2 Asam Lemak .....	76
5.2.1 Asam Lemak Jenuh .....	76
5.2.2 Asam Lemak tak Jenuh .....	77
5.3 Sifat Fungsional Asam Lemak .....	78
5.3.1 Asam Lemak Omega-3 .....	78
5.3.2 Asam Lemak Omega-6 .....	84
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>86</b>
<b>BAB 6 SIFAT FUNGSIONAL KATEKIN &amp; ALLISIN .....</b>	<b>89</b>
6.1 Pendahuluan .....	89
6.2 Katekin .....	89
6.2.1 Struktur Kimia .....	89
6.2.2 Bahan Pangan Mengandung Katekin dan manfaatnya .....	90
6.3 Allisin .....	94
6.3.1 Struktur Kimia .....	94
6.3.2 Manfaat Allisin bagi Kesehatan .....	95
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>101</b>
<b>BAB 7 PEMBENTUKAN RADIKAL BEBAS DAN SISTEM PERTAHANAN TUBUH TERHADAP RADIKAL BEBAS .....</b>	<b>105</b>
7.1 Definisi Radikal Bebas .....	105
7.2 Pembentukan Radikal Bebas .....	107
7.3 Sistem Pertahanan Tubuh terhadap Radikal Bebas .....	109
7.3.1 Bagaimana tubuh bekerja menangkal radikal bebas .....	110
7.3.2 Apa itu antioksidan .....	110
7.3.3 Upaya yang dapat dilakukan agar tubuh mampu menangkal radikal bebas .....	111
7.3.4 Sumber antioksidan .....	112
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>118</b>
<b>BAB 8 SISTEM PERTAHANAN TUBUH HUMORAL DAN SELULER .....</b>	<b>123</b>
8.1 Pendahuluan .....	123
8.1.1 Sistem pertahanan tubuh .....	123
8.1.2 Peran sistem pertahanan tubuh humoral dan seluler .....	124
8.2 Sistem Pertahanan Tubuh Humoral .....	125
8.2.1. Komponen utama sistem pertananan humoral .....	125
8.2.2 Peran dan mekanisme kerja sistem pertahanan humoral .....	127
8.3 Sistem Pertahanan Tubuh Seluler .....	128
8.3.1 Komponen utama sistem pertahanan seluler .....	128
8.3.2 Peran dan mekanisme kerja sistem pertahanan seluler .....	129
8.4 Interaksi Antara Sistem Pertahanan Humoral Dan Seluler .....	131

8.4.1 Aktivasi sistem pertahanan humoral dan selular secara bersamaan.....	131
8.4.2 Komunikasi selular dalam respon imun.....	131
8.4.3 Keberhasilan respons imun .....	133
8.5 Gangguan Sistem Pertahanan Tubuh.....	135
8.5.1. Autoimunitas .....	135
8.5.2 Imunodefisiensi .....	136
8.5.3 Alergi atau hipersensitivitas.....	137
8.6 Pengembangan Imunoterapi .....	138
8.7 Kesimpulan.....	140
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>141</b>
<b>BAB 9 SIFAT FUNGSIONAL SERAT PANGAN .....</b>	<b>145</b>
9.1 Pendahuluan .....	145
9.2 Pengertian Serat Pangan .....	146
9.3 Sumber Dan Jenis Serat Pangan .....	147
9.3.1. Pati Resisten.....	148
9.3.2 Inulin dan FOS.....	149
9.3.3 Antioksidan .....	150
9.3.4. PUFA .....	151
9.3.5. Prebiotik, Probiotik dan Sinbiotik .....	152
9.4 Manfaat Serat Untuk Kesehatan.....	157
9.4.1. Mengontrol kegemukan ( <i>obesitas</i> ).....	157
9.4.2. Mencegah Penyakit Diabetes Mellitus .....	157
9.4.3. Mencegah Gangguan Gastrointestinal.....	158
9.4.4. Mencegah Terjadinya Kanker Kolon .....	159
9.4.5. Mengurangi Penyakit Kardiovaskuler dan Kolesterol .....	159
9.5 Pengaruh Serat Pangan Yang Merugikan .....	159
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>160</b>
<b>BAB 10 SIFAT FUNGSIONAL PATI RESISTEN.....</b>	<b>163</b>
10.1 Pendahuluan .....	163
10.2 Pati Resisten .....	165
10.3 Klasifikasi Pati Resisten .....	166
10.4 Sifat Fungsional Pati Resisten .....	167
10.4.1 Klaim Kesehatan.....	168
10.4.2 Metabolisme Glukosa .....	169
10.4.3 Pengaturan Rasa kenyang dan Nafsu Makan.....	171
10.4.4 Profil Lipid Darah.....	181
10.4.5 Mikrobioma Usus .....	183
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>186</b>
<b>BAB 11 SISTEM FUNGSIONAL PREBIOTIK, PROBIOTIK, DAN SINBIOTIK.....</b>	<b>191</b>
11.1 Keterkaitan antara Prebiotik, Probiotik dan Sinbiotik.....	191
11.2 Sifat Fungsional Prebiotik.....	193

11.2.1 Jenis dan Sumber Prebiotik .....	194
11.2.2 Mekanisme Aksi dan Manfaat Kesehatan Prebiotik .....	197
11.3 Sifat Fungsional Probiotik .....	198
11.3.1. Jenis dan Manfaat Kesehatan Probiotik .....	199
10.3.2 Mekanisme Aksi Probiotik .....	201
10.4 Sifat Fungsional Sinbiotik .....	202
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>205</b>
<b>BAB 12 SIFAT ANTIOKSIDAN DARI ZAT GIZI DAN ZAT NON-GIZI .....</b>	<b>211</b>
12.1 Pendahuluan .....	211
12.2 Pangan dan Antioksidan .....	213
12.2.1 Kandungan dalam pangan .....	214
12.2.2 Konsep antioksidan .....	215
12.2.3 Antioksidan di pangan .....	218
12.3 Zat Gizi dan Sifat Antioksidan .....	219
12.3.1 Karbohidrat .....	220
12.3.2 Protein .....	221
12.3.3 Vitamin C .....	223
12.4 Zat Non-Gizi dan Sifat Antioksidan .....	224
12.4.1 Tannin .....	225
12.4.2 Flavonoid .....	226
12.4.3 Karotenoid .....	228
12.5 Perspektif Mendatang .....	230
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>232</b>
<b>BAB 13 <math>\beta</math>-GLUKAN .....</b>	<b>235</b>
13.1 Pendahuluan .....	235
13.2 Pangan yang Mengandung $\beta$ -Glukan .....	236
13.2.1 $\beta$ -Glukan Jamur Tiram .....	236
13.2.2 $\beta$ -Glukan Sorgum .....	238
13.3 $\beta$ -Glukan Potensial Sebagai Nutrasetikal .....	240
13.3.1 Efek Metabolik pada Sereal $\beta$ -Glukan .....	241
13.3.2 Efek Imunomodulator pada Jamur Tiram $\beta$ -Glukan .....	242
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>245</b>
<b>BIODATA PENULIS</b>	



## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 1.1.</b> Perbedaan pangan fungsional, suplemen dan herbal dari sisi peningkatan keuntungan.....	5
<b>Gambar 1.2.</b> Kelas utama senyawa polifenol.....	8
<b>Gambar 2.2.</b> Struktur Kimia Beberapa Jenis dan Turunan Klorofil.....	21
<b>Gambar 3.1.</b> Struktur Kimia Anthocyanidins.....	34
<b>Gambar 3.2.</b> Struktur Kimia Isoflavon.....	41
<b>Gambar 4.1.</b> Struktur khas karoten (atas) dan struktur khas xantofil (bawah).....	56
<b>Gambar 5.1.</b> Struktur <i>cis</i> -asam oleat.....	78
<b>Gambar 5.2.</b> Struktur asam lemak omega-3.....	79
<b>Gambar 5.3.</b> Struktur asam lemak omega-6.....	84
<b>Gambar 6.1.</b> Struktur Kimia Katekin.....	90
<b>Gambar 6.2.</b> Struktur Kimia Alisin.....	95
<b>Gambar 7.1.</b> Sumber radikal bebas dan efeknya pada tubuh manusia.....	107
<b>Gambar 7.2.</b> Penyakit akibat stres oksidatif pada manusia.....	109
<b>Gambar 7.3.</b> Peran konsumsi beta karoten terhadap kesehatan.....	114
<b>Gambar 8.1.</b> Proses respon imun humoral dan seluler.....	134
<b>Gambar 11.1.</b> Mekanisme aksi probiotik.....	194
<b>Gambar 11.2.</b> Perbedaan efek sinergis dan komplemen dari sinbiotik.....	195
<b>Gambar 12.1.</b> Peta pemikiran tentang antioksidan berbasis protein.....	214
<b>Gambar 12.2.</b> Mekanisme antioksidan dari vitamin C.....	216
<b>Gambar 12.3.</b> Konformasi kimia dari tannin.....	218
<b>Gambar 12.4.</b> Jalur biosintesis flavonoid.....	219
<b>Gambar 13.1.</b> Jamur tiram putih.....	230
<b>Gambar 13.2.</b> Sorgum.....	231
<b>Gambar 13.3.</b> Efek $\beta$ -glukan.....	233

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 1.1.</b> Senyawa Bioaktif pada Pangan Lokal Indonesia .....	9
<b>Tabel 1.2.</b> Rempah-Rempah dan Senyawa Bioaktifnya.....	10
<b>Tabel 2.1.</b> Kandungan Klorofil beberapa jenis sayuran .....	23
<b>Tabel 3.1.</b> Kadar anthocyanin pada makanan per 100 gram .....	35
<b>Tabel 3.2.</b> Beberapa makanan yang kaya akan isoflavon kedelai t.....	42
<b>Tabel 4.1.</b> Tanaman yang Mengandung Likopen dan Olahannya Beserta Kadarnya (mg/kg) .....	62
<b>Tabel 4.2.</b> Makanan yang Mengandung Likopen dan Olahannya Beserta Kadarnya (mg/100g).....	68
<b>Tabel 5.1</b> Jenis asam lemak jenuh.....	77
<b>Tabel 7.1.</b> Rekomendasi konsumsi selenium.....	115
<b>Tabel 9.1.</b> Komponen Serat.....	154
<b>Tabel 9.2.</b> Kadar Serat dalam Sayuran, Buah, Kacang-Kacangan serta Produk Olahannya .....	155
<b>Tabel 10.1.</b> Tipe-Tipe Pati Resisten .....	167
<b>Tabel 10.2.</b> Ringkasan klaim kesehatan yang disetujui untuk pati resisten (RS) .....	168
<b>Tabel 11.1.</b> Kandungan inulin dan FOS (g/100 gr) pada berbagai bahan pangan.....	187
<b>Tabel 11.2.</b> Manfaat kesehatan prebiotik.....	189
<b>Tabel 11.3.</b> Manfaat kesehatan probiotik dalam produk pangan fungsional .....	192
<b>Tabel 11.4.</b> Manfaat kesehatan produk pangan sinbiotik.....	196

# BAB 9

## SIFAT FUNGSIONAL SERAT PANGAN

Oleh Khartini Kaluku

### 9.1 Pendahuluan

Serat yang terkandung dalam bahan pangan berdampak positif dalam proses metabolisme. Serat biasanya berfungsi sebagai pencahar saja, namun dengan berbagai penelitian, membuktikan asupan makanan rendah serat dapat mengakibatkan berbagai penyakit kronis misalnya seperti apendikitis, jantung koroner, kanker kolon dan divertikulosis. Serat pangan dengan efek fisiologis biasa disebut dengan *dietary fiber*.

Serat pangan mudah ditemukan pada sayur dan buah hampir pada setiap menu yang dihidangkan, baik yang telah diolah maupun masih mentah (lalapan). Di Indonesia mulai terjadi perubahan pola konsumsi buah dan sayur, yang menyebabkan tingginya angka morbiditas dan mortalitas serta perubahan dan perkembangan penyakit infeksi menjadi penyakit metabolik dan degeneratif (Nainggolan, 2005)

Saat ini fenomena pergeseran pola makan terjadi di wilayah perkotaan, yaitu tinggi karbohidrat, tinggi serat serta rendah lemak beralih ke pola konsumsi rendah serat, protein dan karbohidrat namun tinggi lemak. Makanan rendah serat melalui konsumsi makanan siap saji dapat menyebabkan tingginya kejadian penyakit degeneratif seperti kanker kolon, jantung koroner dan lainnya (Kemenkes, 2020).

## 9.2 Pengertian Serat Pangan

Serat diet terdapat dalam pangan disebut juga *dietary fiber* merupakan golongan poligosakarida, oligosakarida, lignin, dan substansi lainnya dari tumbuhan (AACC Report, 2001). Sumber serat pangan bersumber dari karbohidrat yang bersifat resisten terhadap proses penyerapan dan pencernaan yang terjadi pada usus halus. Pangan dengan kandungan komponen aktif merupakan pangan fungsional yang bermanfaat bagi Kesehatan melalui unsur gizi yang terkandung didalamnya berupa nutrisi, sensori dan fisiologis.

Sumber pangan di Indonesia kaya kandungan bioaktif yang potensial untuk dikembangkan. Komponen bioaktif pangan fungsional seperti serat pangan, antioksidan, FOS, inulin, prebiotik, PUFA dan probiotik menentukan sifat fisiologis dari pangan itu sendiri. Pangan fungsional mampu mencegah dan menurunkan resiko penyakit degeneratif. Bahan pangan yang tidak aman merupakan efek dari pemakaian pestisida secara intensif ketika proses produksi pangan, menggunakan bahan kimia secara tidak terkendali saat pengolahan. Ketika masyarakat meningkat kesejahteraannya maka di masa depan prediksi permintaan pangan fungsional dapat mengalami peningkatan. Pengembangan penelitian dan riset pangan fungsional sudah dilakukan, salah satunya adalah teknologi pangan yang menjadi landasan pengembangan pangan fungsional.

Pesatnya perkembangan pangan fungsional dimasa mendatang meliputi berbagai aspek pangan yang erat kaitannya dengan penampilan fisik seseorang yaitu berfungsi menghambat proses penuaan, meningkatkan kebugaran, immunitas, menjaga kesehatan kulit dan wajah. Perkembangan ini menunjukkan bahwa harapan secara prospektif dan peningkatan mutu pangan fungsional di Indonesia sedang marak terjadi khususnya pengembangan industri pangan yang tidak hanya memberikan dampak positif serta menguntungkan, namun berdampak juga

bagi kesehatan dan kesejahteraan manusia serta memajukan industri pangan untuk pemerintah.

### **9.3 Sumber Dan Jenis Serat Pangan**

Sumber serat pangan banyak ditemukan dalam bahan makanan. Golongan bahan pangan tersebut bersumber dari sayur dan buah. Sayuran bisa dikonsumsi melalui proses pemasakan, perebusan, maupun masih dalam keadaan mentah. Sedangkan buah-buahan sering dikonsumsi dalam keadaan mentah. Indonesia adalah negara yang kaya dan menghasilkan berbagai macam buah-buahan. Namun beberapa hasil riset menunjukkan bahwa masyarakat Indonesia rata-rata mengkonsumsi serat rendah dari anjuran yaitu sebanyak 30 gram/hari, penelitian menunjukkan tingkat rata-rata konsumsi serat berkisar pada 9,9 – 10,7 gram/hari (Nainggolan, 2005).

Sayuran adalah bahan pangan dari tumbuhan dengan kadar air yang cukup tinggi. Kandungan zat gizi yang terdapat pada sayuran yaitu vitamin, serat pangan dari sumber karbohidrat dan mineral. Sayuran mengandung asam folat, vitamin A, C dan E. Sedangkan kandungan mineral dalam sayuran yaitu berupa kalium, potasium, kalsium, dan lainnya. Selain zat gizi, terdapat juga senyawa bioaktif diantaranya adalah alicin, karoten, antioksidan dan lain-lain. Komponen yang didominasi sayuran adalah serat pangan (Kemenkes, 2020).

Serat pangan hanya bisa diolah atau dicerna oleh bakteri yang terdapat pada usus besar menjadi produk lebih sederhana. Berdasarkan sifat larut air, serat terbagi atas serat tidak larut air dan serat yang larut dalam air.

**Serat yang tidak larut dalam air** adalah bagian dari dinding sel tanaman yang bertekstur keras seperti Selulosa, beberapa hemiselulosa, pati resisten dan lignin (Ciudad, 2019). Serat ini bersumber dari kulit buah, gandum utuh, polong-

polongan, tomat, mentimun dan kulit ari padi dan kacang-kacangan (Suharoschi, 2019).

**Serat yang larut dalam air** bukan bagian dari dinding sel pada tanaman seperti gum, inulin,  $\beta$ -glukan, pektin, arabinoxylans (AX) dan beberapa hemiselulosa. Sumber serat larut air biasanya terdapat pada buah-buahan. (Ciudad, 2019).

Meskipun jenis serat berbeda, namun ada kemungkinan salah satu bahan pangan mengandung kedua jenis serat. Misalnya sayuran yang didominasi oleh selulosa, sedangkan biji-bijian memiliki banyak kandungan  $\beta$ -glukan dan arabinoxylans (Suharoschi, 2019). Berikut adalah jenis dan sumber serat pangan:

### **9.3.1. Pati Resisten**

Pati resisten merupakan bagian dari serat yang bersumber dari pangan yang tak dapat dicerna oleh enzim pencernaan terutama sumber dari golongan lignin, polisakarida dan bukan pati (Marsono, 2007). Adapun komponen serat terdiri dari karbohidrat analog, polisakarida, lignin, oligosakarida dan komponen lainnya yang terkait dengan dinding sel pada tanaman (suberin, cutin, waxes). Karbohidrat analog dari serat pangan meliputi pati resisten, dekstrin yang tidak dapat dicerna, dan senyawa sintesis dari karbohidrat (metil selulosa, polydekstrosa dan hydroxypropyl methyl selulosa).

Definisi pati resisten secara fisiologis adalah jumlah pati dengan hasil pencernaan yang tak terserap di dalam usus halus (Lattimer, 2010; Marsono, 2007). Makanan fungsional yang mengandung pati resisten dan sumber serat berdampak bagi kesehatan melalui efek fisiologis dari serat itu sendiri. Serat mendukung tingkat viskositas tinggi pada fungsi digesta. Sifat inilah yang menghambat penyerapan kolesterol dan glukosa. Asupan serat tinggi bisa mencegah terjadinya hiperkolesterol dan penyakit diabetes. Proses fermentasi serat pangan yang terjadi

didalam kolon akan menghasilkan asam lemak rantai pendek atau *short chain fatty acids* (SCFA) diantaranya propionate, asetat dan butirrat. Propionat dapat mencegah peningkatan kolesterol sedangkan butirrat dapat mencegah terjadinya kanker kolon.

Pati resisten dapat berkembang saat pendinginan dan pemanasan makanan seperti nasi dan kentang. Pati resisten tinggi dalam makanan mempunyai indeks glikemik yang rendah. Serat tidak larut air ada pada makanan seperti kacang-kacangan, dedak gandum, roti gandum dan sayuran.

Kapasitas air diikat oleh serat pangan dapat mengakibatkan ruahnya isi usus (digesta) sehingga mampu mencegah terjadinya divertikulus maupun konstipasi. Kemampuan serat pangan yang mengikat molekul organik menyebabkan terikatnya empedu hingga berdampak pada penurunan kolesterol. Hal ini menggambarkan bahwa serat mampu menyehatkan kolon dan mencegah terjadinya penyakit diabetes mellitus (divertikulus mencegah kanker kolon dan konstipasi) serta mencegah hiperkolesterolemia (Santosa, 2011; Marsono, 2007; Kusharto, 2006; Muchtadi, 2001). Sumber serat dari pati resisten berasal dari sayur, bekatul, sereal, buah, dan rumput laut.

### **9.3.2 Inulin dan FOS**

Inulin merupakan sumber serta pangan jenis oligosakarida dengan kandungan fruktosa yang bersumber dari tanaman. Senyawa inulin terdiri dari gugus terminal seperti glukosa, glikosida dan berbagai unit fruktosa (dengan ikatan  $\alpha$  (2-1)). Kandungan tanaman dengan unsur inulin sebanyak 2 – 150 unit fruktosa.

FOS merupakan salah satu oligosakarida dengan kandungan 2-10 unit fruktosa. Jika inulin dan FOS dihubungkan bersama ikatan glikosidik, maka tidak dapat dicerna pada organ usus halus, ini mempengaruhi rendahnya kalori. Proses fermentasi mikroflora terjadi di kolon yang mampu menstimulir

*bifidobacterial*. Ikatan glikosida dan fruktosa  $\alpha(2-1)$  merupakan sifat spesifik dari inulin yang tahan terhadap enzim pencernaan. Efek kesehatan yang ditimbulkan dari FOS dan inulin adalah meningkatkan *bifidobakteri*, mengurangi *Clostridium perfringen*, menurunkan *Enterobakteri*, meningkatkan kadar air pada feses, melunakkan feses, mengurangi konstipasi dan meningkatkan *laktobasili*. Sumber bahan makanan yang mengandung FOS dan Inulin terdapat dalam pisang, asparagus, bawang putih dan bawang merah (Marsono, 2007; Kusharto, 2006).

### 9.3.3 Antioksidan

Bahan pangan yang mengandung antioksidan alami banyak terdapat di beberapa jenis bahan makanan, yaitu kelompok flavonoid dan karotenoid (Subroto, 2008; Marsono, 2007). Beberapa jenis karotenoid, yang terdapat pada bahan makanan seperti wortel, labu kuning, dan ketela rambat mengandung beta karoten; jeruk, jagung, telur mengandung *lutein*, *zeaxantine*; serta buah anggur, tomat dan semangka yang mengandung *lycopene*. Antioksidan jenis karotenoid memiliki efek yang menyehatkan diantaranya adalah (i) sebagai radikal bebas yang mampu menetralkan senyawa perusak sel yang dapat menyebabkan timbulnya kanker, (ii) menjaga kesehatan mata, (iii) menjaga pertahanan dalam proses oksidasi, (iv) mencegah penyakit jantung (v) menjaga kesehatan prostat (Marsono, 2007).

Flavonoid merupakan bagian dari antioksidan yang terdiri dari berbagai senyawa seperti flavonones, flavonols, antosianin, flavanols dan proanthocyanidin. Sumber antioksidan terdapat pada beberapa buah seperti anggur, berry, cerry, dan apel, juga terdapat pada coklat, kacang tanah, teh, brokoli dan bawang merah. Fungsi flavonoid bagi kesehatan adalah (i) menjaga kesehatan jantung, (ii) membantu memperbaiki dan menjaga fungsi otak, (iii) meningkatkan pertahanan dan kestabilan antioksidan tubuh, (iv) menetralkan senyawa radikal bebas. Jenis



bahan pangan yang banyak mengandung isoflavon (daidzein, genistein) terdapat pada kedelai yang mampu membantu meningkatkan kekebalan, menjaga Kesehatan otak dan mempertahankan kesehatan tulang.

Antioksidan juga terdapat dalam Vitamin yaitu Vitamin C dan E. Jenis bahan pangan dari vitamin C yang mengandung antioksidan banyak terdapat pada biji-bijian dan buah-buahan yang sangat baik dalam menetralkan senyawa radikal bebas dalam tubuh, menjaga Kesehatan jantung dan tulang serta meningkatkan sistem kekebalan tubuh. Vitamin E berfungsi sebagai antioksidan pada lipoprotein dan membran sel.

Antioksidan yang terdapat dalam mineral adalah selenium (Se) terdapat dalam bahan makanan seperti daging merah, ikan, hati, telur, biji-bijian dan bawang putih yang berfungsi meningkatkan sistem kekebalan tubuh dan menetralkan senyawa radikal bebas sehingga dapat terhindar dari kerusakan sel (Subroto, 2008). Komponen bioaktif dari antioksidan yang paling dominan dalam tubuh dan bermanfaat untuk kesehatan adalah *Epigallocatechin gallate* (EGCG). Sebagai komponen antioksidan kuat, EGCG memiliki kemampuan menangkal senyawa radikal bebas serta berfungsi sebagai *antithrombotic antiatherogenic* dan *antimicrobial*. (Khomsan, 2006).

#### **9.3.4. PUFA**

Salah satu komponen bioaktif dari serat adalah PUFA yang banyak terdapat pada hewan. Komponen ini secara khusus mengandung asam lemak dan Omega 3 terdapat pada bahan pangan minyak ikan, ikan tuna, salmon, tiram dan kenari yang dapat berpotensi menghambat resiko terjadinya penyakit jantung koroner, membantu fungsi penglihatan dan memperbaiki kesehatan mental (Marsono, 2007; Subroto, 2008)

### 9.3.5. Prebiotik, Probiotik dan Sinbiotik

**Prebiotik** merupakan salah satu bagian pangan yang tidak bisa dicerna. Prebiotik berfungsi dalam proses stimulasi pertumbuhan serta membantu aktivitas lebih dari satu bakteri didalam usus besar. Stimulasi ini mampu memperbaiki sistem inang (Neha *et.al*, 2012; Sekhon dan Jairath, 2010). Berbagai serat memiliki aktivitas prebiotik khususnya yang mengandung oligosakarida dan polisakarida, meskipun sebagian prebiotik adalah bagian dari karbohidrat pangan. Inulin, FOS dan oligofruktosa merupakan bagian prebiotik yang ditambahkan pada suplemen dan pangan olahan (Sekhon, 2010). Riset terkait pengaruh prebiotik maupun probiotik terhadap profil lemak mengungkapkan hanya senyawa prebiotik (inulin) pada jenis tertentu dan unsur probiotik (*L.plantarum*) mampu menurunkan nilai kolesterol dalam darah. (Ooi dan Liong, 2010).

**Probiotik** merupakan mikroba hidup pada makanan yang ditambahkan sebagai kebutuhan diet yang dapat memberi dampak kesehatan bagi inangnya. Hal ini terjadi melalui peningkatan keseimbangan pada mikroflora usus (Neha *et al*, 2012). Probiotik merupakan mikroba yang hidup antara  $10^6$ - $10^8$  cfu/ml. Hal ini bermanfaat bagi kesehatan inang (Marsono, 2007). Diharapkan probiotik mampu berkembang hingga  $10^{12}$ cfu/ml didalam kolon. Sumber probiotik pada bakteri berasal dari asam laktat. Jenis-jenis bakteri probiotik adalah Bifidobacteria (*Bifidobacterium bifidum*, *B. breve*) dan Lactobacilli (*Lactobacillus casei*, *L. plantarum*) (Neha *et al*, 2012; Grajek *et al*, 2005).

Golongan probiotik yang diperoleh dari bakteri asam laktat, dikatakan memenuhi syarat jika sesuai pernyataan berikut:

1. Probiotik masih aktif dalam kondisi asam lambung, dalam usus halus mengandung kadar garam empedu konsentrasi tinggi, serta probiotik non-patogenik mewakili mikroflora normal di dalam usus dari inang tertentu.
2. Probiotik dikatakan baik jika mampu bermetabolisme

- secara cepat, dapat tumbuh dalam usus dengan jumlah yang tinggi.
3. Probiotik bersifat antimikroba bagi bakteri merugikan dan secara efisien dapat membantu memproduksi asam organik.
  4. Probiotik dapat tumbuh pada sistem reproduksi berskala besar, mudah diproduksi, dan mampu hidup selama penyimpanan.

**Sinbiotik** merupakan kombinasi probiotik dan prebiotik yang memberikan keuntungan bagi inang melalui peningkatan pertahanan serta implantasi suplemen dengan mikroba yang hidup didalam saluran pencernaan sehingga memicu pertumbuhan serta mengaktifkan metabolisme beberapa bakteri baik dan meningkatkan kesehatan inangnya (Neha *et al.*, 2012; Sekhon dan Jairath, 2010).

Aplikasi farmasi potensial dimiliki oleh probiotik, prebiotik dan sinbiotik. Ketiga unsur tersebut dapat meningkatkan level pertumbuhan bakteri tertentu sebagai wujud implikasi pertahanan yang berfungsi untuk mencegah kerusakan usus dan sistem sistemik dalam saluran pencernaan. Yoghurt adalah pangan sinbiotik populer dari hasil fermentasi susu dari bakteri *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* dengan penambahan sumber probiotik seperti inulin, FOS dan galaktooligosakarida (GOS).

Contoh probiotik dengan komponen aktif yang terdapat dalam bahan pangan diantaranya adalah :

1. Linalool dan Nerodiol dalam teh hijau yang berfungsi untuk mencegah kanker dan karies gigi.
2. Sulfur pada jenis bawang-bawangan berperan menurunkan kadar kolesterol dan mencegah agregasi pada platelet;
3. l-tumeron dalam rimpang temulawak dan kurkumin dalam rimpang kunyit yang berfungsi dalam pengobatan;
4. *Genestein* dan *Daidzein* pada tempe berfungsi mencegah kanker dan menurunkan kolesterol;

5. Serat pada buah-buahan, sayuran, sereal dan kacang-kacangan bermanfaat mencegah timbulnya penyakit pada sistem pencernaan;
6. Volatil pada chrysan, jasmin (bunga melati), dan chamomile sering dipakai sebagai aromaterapi.

Anjuran konsumsi serat menurut WHO adalah 25-30 gram/hari. Sedangkan menurut *Dietary Reference Intake (DRI)*, National Academy of Sciences, anjuran asupan berkisar antara 19-38 gram/hari sesuai golongan umur. Rata-rata penduduk Indonesia mengkonsumsi serat sebesar 10,5gr/hr. Hal ini memperlihatkan bahwa masyarakat Indonesia hanya memenuhi sepertiga kebutuhan serat sebesar 30 gr/hr.

**Tabel 9.1.** Komponen Serat

<b>Jenis Bahan Pangan</b>	<b>Jenis Jaringan</b>	<b>Komponen Serat Pangan</b>	<b>Kandungan</b>
Buah-buahan & Sayuran	Terutama Jaringan Parenkim	Selulosa, Substansi pektat, hemiselulosa dan beberapa glikoprotein	
	Beberapa jaringan terlignifikasi	Selulosa, lignin, hemiselulosa dan beberapa jenis glikoprotein	
Sereal & Hasil Olahannya	Jaringan Parenkim	Hemiselulosa, selulosa, ester-esterfenolik dan glikoprotein.	
	Jaringan terlignifikasi	Selulosa, substansi pektat dan glikoprotein.	

Jenis Bahan Pangan	Jenis Jaringan	Komponen Serat Pangan	Kandungan
Biji - bijian selain serealia	Jaringan Parenkim	Selulosa, substansi glikoprotein.	hemiselulosa, pektat dan
	Jaringan dengan penebalan dinding endosperma	Galaktomanan, sesulosa	sejumlah
Aditif pangan		Gum guar, gum alginat, xanthan, termodifikasi, termodifikasi, dll.	gum arabik, karagenan, gum selulosa pati

Sumber dikutip dari : Santoso, 2011

**Tabel 9.2.** Kadar Serat dalam Sayuran, Buah, Kacang-Kacangan serta Produk Olahannya

Jenis Sayuran / Buah / Kacang - Kacangan	Jumlah serat/100 gr (gr)	Jenis Sayuran / Buah / Kacang - Kacangan	Jumlah serat/ 100 gr (gr)
<b>a. Sayuran</b>			
Wortel rebus <sup>1)</sup>	3,3	Daun pepaya <sup>2)</sup>	2,1
Kubis rebus	1,7	Daun kelor	2,0
Brokoli rebus	2,9	Asparagus	0,6
Daun bayam	2,2	Buncis	3,2
Tomat	1,1	Terong	0,1
Kol kembang	2,2	Jamur	1,2
Labu	2,7	Nangka muda	1,4

Jenis Sayuran / Buah / Kacang - Kacangan	Jumlah serat/100 gr (gr)	Jenis Sayuran / Buah / Kacang - Kacangan	Jumlah serat/ 100 gr (gr)
Kentang rebus	1,8	Daun singkong	1,2
Kangkung	3,1	Brokoli	0,5
Jagung manis	2,8	Sawi	2,0
<b>b. Buah - Buahan <sup>2)</sup></b>			
Mangga	0,4	Pisang	0,6
Anggur	1,7	Pepaya	0,7
Jeruk bali	0,4	Nenas	0,4
Jambu biji	5,6	Semangka	0,5
Belimbing	0,9	Strawberi	6,5
Apel	0,7	Srikaya	0,7
Jeruk sitrun	2,0	Sirsat	2,0
Alpukat	1,4	Pear	3,0
Melon	0,3		
<b>c. Kacang - kacang dan Produk olahannya <sup>2)</sup></b>			
Tauge	0,7	Tahu	0,1
Kacang tanah	2,0	Kecap kental	0,6
Kacang panjang	3,2	Kedelai bubuk	2,5
Kacang hijau	4,3	Tempe kedelai	1,4
Kacang kedelai	4,9	Susu kedelai	0,1

Sumber dikutip dari :

Berbagai sumber dalam Olwin Nainggolan dan Cornelis Adimunca (2005)

Menurut jenis kelarutan, serat terdiri dari :

1. Serat terlarut (*soluble dietary fiber*), adalah bagian dalam pada sel nabati seperti gum dan pektin.
2. Serat tidak terlarut (*insoluble dietary fiber*), banyak ditemukan pada kacang-kacangan, sereal, dan sayuran seperti hemiselulosa, selulosa, dan lignin.

Menurut fungsinya serat dibagi menjadi 3 yaitu:

1. Non-polisakarida struktural banyak terdapat pada lignin.
2. Polisakarida non-struktural, terdapat pada agar-agar dan gum
3. Polisakarida struktural pada dinding sel seperti substansi pekat, hemiselulosa dan selulosa.

## **9.4 Manfaat Serat Untuk Kesehatan**

Serat bermanfaat untuk kesehatan setelah adanya penelitian para ahli terkait konsumsi serat yang tinggi di negara berkembang (seperti di pedalaman Afrika) dibandingkan dengan konsumsi rendah serat di negara maju yang mengakibatkan tingginya kejadian kanker kolon. Para peneliti mengemukakan manfaat serat untuk kesehatan antara lain :

### **9.4.1. Mengontrol kegemukan (*obesitas*)**

Pektin dan beberapa hemiselulosa merupakan jenis serat larut air (*soluble fiber*), yang mampu menahan air sehingga dapat mengentalkan cairan pada saluran pencernaan. Makanan kaya serat mencerna lebih lama didalam lambung, menyerap air dan mempertahankan rasa kenyang lebih lama. Oleh karena itu, serat mencegah mengkonsumsi lebih banyak. Tingginya kadar serat kasar pada makanan memiliki kadar gula, kalori dan lemak yang rendah, sehingga dapat mengurangi terjadinya obesitas (Lestari, 2015; Amalia, 2019; Yuniarti, 2023)

### **9.4.2. Mencegah Penyakit Diabetes Mellitus**

Serat pangan yang mengikat glukosa mampu menyerap air dan mengurangi persediaan glukosa. Penerapan diet cukup serat menjaga kestabilan serat dan karbohidrat. Hal ini menyebabkan berkurangnya daya cerna karbohidrat hingga menghalangi kenaikan glukosa darah sehingga menjadikan glukosa darah tetap terkontrol (Prihatin, 2008). Perjalanan serat melalui lambung ke usus halus, terjadi penyerapan oleh serat larut air

kemudian berubah menjadi struktur seperti gel yang dapat menghambat pengosongan lambung hingga meningkatkan rasa kenyang. Hal ini mengakibatkan kadar glukosa darah turun secara perlahan (Dhital, 2014).

### **9.4.3. Mencegah Gangguan Gastrointestinal**

Serat difermentasi di usus besar oleh bakteri saluran cerna. Kemudian proses fermentasi berhubungan dengan keasaman penurunan pH, pengurangan bakteri berbahaya, meningkatkan bakteri baik, serta menstimulus imun tubuh (Suharoschi, 2019).

Fermentasi pada serat tidak terlarut sulit terjadi karena rendahnya kandungan air. Namun, serat mampu mengurangi waktu singgah bagi sisa makanan kemudian mengencerkan senyawa karsinogen penyebab kanker dan racun. Sedangkan didalam usus besar mudah menguraikan serat larut air menjadi sumber energi bagi bakteri saluran cerna atau mikrobiota. Hasil fermentasi tersebut menghasilkan amina, gas, ammonia air, fenol dan asam lemak rantai pendek atau SCFA (*short chain fatty acid*). SCFA mampu menyerap ion tubuh dan menurunkan tingkat asam pada usus. Penurunan pH dapat menghambat bakteri berbahaya pada saluran cerna (Suharoschi, 2019; Hartati, 2009).

Pektin merupakan serat terlarut mengurangi terjadinya infeksi akut pada saluran cerna serta meringankan diare. Perombakan pektin oleh bakteri saluran cerna meningkatkan kadar asetat. Senyawa asetat masuk aliran darah mampu menjaga kesehatan usus, meminimalisir factor risiko terjadinya penyakit kardiovaskular, menghambat resistensi insulin, mengurangi timbulnya diabetes mellitus tipe 2, serta menjaga kestabilan pergerakan usus (Suharoschi, 2019).



#### **9.4.4. Mencegah Terjadinya Kanker Kolon**

Beberapa senyawa karsinogen berkonsentrasi tinggi dalam waktu lebih lama dan terjadi kontak sel dalam usus besar dapat menyebabkan kanker kolon. Penyebabnya diduga karena rendahnya konsumsi serat pangan. Kanker kolon dapat dicegah dengan meningkatkan konsumsi serat pangan sehingga dapat memperpendek waktu transit makanan di usus. Mikroflora usus berperan melalui serat pangan yang mempengaruhi menghambat pembentukan senyawa karsinogen. Serat bersifat mengikat air menjadi lebih rendah sehingga berdampak pada rendahnya konsentrasi senyawa karsinogen.

#### **9.4.5. Mengurangi Penyakit Kardiovaskuler dan Kolesterol**

Serat terlarut mampu menjerat lemak di usus halus dan mampu mengurangi kolesterol darah hingga 5% atau lebih. Serat mengikat garam empedu sebagai produk akhir kolesterol dalam saluran pencernaan kemudian dieksresi bersama feses. Serat berfungsi mengurangi kadar kolesterol sehingga mengurangi resiko terjadinya penyakit kardiovaskuler (Fairudz, 2015).

### **9.5 Pengaruh Serat Pangan Yang Merugikan**

Di samping berpengaruh menguntungkan, serat juga memberikan efek merugikan yaitu menjadi (i) penyebab ketidaktersediaan vitamin larut lemak (vitamin D dan E) (Espinosa-Nava, 1982; Leveile, 1977 dalam Muchtadi, 2001, (ii) dapat mempengaruhi aktivitas enzim protease (Jansen dan Netty, 2010) dan (iii) dapat mengurangi penyerapan zat gizi serta menyebabkan flatulen. Hal ini juga berpengaruh terhadap besarnya penyerapan mineral yang menyebabkan kekurangan mineral sehingga pada usia lanjut dapat meningkatkan resiko osteoporosis (Tensiska, 2008). Oleh karena itu serat sebaiknya tidak dikonsumsi berlebihan. Anjuran asupan serat adalah 30 gram/hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- AACC Report. 2001. *"The Definition of Dietary Fibre"* (PDF). Cereal Foods World (dalam bahasa English). 46: pp. 89–148. ISSN 0146-6283. Diarsipkan dari *versi asli* (PDF) tanggal 2007-09-28.
- Amalia, F. Z. R. 2019. Hubungan Asupan Lemak, Serat dan Kegemukan terhadap Kejadian Hipertensi Remaja Putri SMK Kota Bekasi in *First International Confrence on Health Development*.
- Ciudad-Mulero, M., Fernández-Ruiz, V., Matallana-González, M. C., & Morales, P. (2019). Dietary fiber sources and human benefits: The case study of cereal and pseudocereals. In *Advances in food and nutrition research* (Vol. 90, pp. 83-134). Academic Press.
- Dhital, S., et al. (2014). Enzymatic hydrolysis of starch in the presence of cereal soluble fibre polysaccharides. *Food & Function*, 5(3), 579–586.
- Fairudz, A. (2015). Pengaruh serat pangan terhadap kadar kolesterol penderita overweight. *Jurnal Majority*, 4(8), 121-126.
- Grajek W, Olejnik A and Sip A. 2005. Probiotics, Prebiotics and Antioxidants as Functional Foods. *Acta Biochimica Polonica*. 52 (3) : 665-671
- Hartati, Sri Reny (2009). "Pemanfaatan Sawi (*Brassica juncea L.*) Sebagai Bahan Produk Serat Pangan Tidak Larut" (PDF). Skripsi Universitas Sumatera Utara: 15.
- Jansen Silalahi dan Netty Hutagalung, 2010. Komponen-komponen Bioaktif dalam Makanan dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan. Jurusan Farmasi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan

- Kemenkes. 2020. Panduan Gizi Seimbang Pada Masa Pandemi Covid-19. Jakarta : Kementrian Kesehatan RI.
- Khomsan, Ali. 2006. Solusi Makanan Sehat. PT Rajagrafindo Persada, Jakarta.
- Kusharto CM. 2006. Serat Makanan dan Peranannya Bagi Kesehatan. *Jurnal Gizi dan Pangan*. 1 (2) : 45-54
- Lattimer, James M.; Haub, Mark D. (2010-12-15). "*Effects of Dietary Fiber and Its Components on Metabolic Health*". *Nutrients* (dalam bahasa Inggris). 2 (12): 1266–1289. doi:10.3390/nu2121266. ISSN 2072-6643.
- Lestari, S. (2015). *Hubungan Asupan Serat Terhadap Indeks Massa Tubuh Menurut Umur (Kegemukan) pada Anak SD Cimahi Mandiri 2 dan SD Purnama di Kota Cimahi* (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Leveille, G.A. 1977. The role of dietary fiber in nutrition and health, In L.F. Hood, E.K. Wardrip and G.N. Bollenback (Eds.). *Carbohydrates and Health*. The AVI Publ. Co., Inc., Westport, Connecticut.
- Marsono Y. 2007. Prospek Pengembangan Makanan Fungsional. Makalah disampaikan pada Seminar Nasional dalam rangka "National Food Technology Competition (NFTC)"
- Muchtadi, Deddy. 2001. Sayuran Sebagai Sumber Serat Pangan Untuk Mencegah Timbulnya Penyakit Degeneratif. *Jurnal Teknol dan Industri Pangan*. 12 (1) : 61-71
- Neha A, Kamaljit S, Ajay B and Tarun G. 2012. Probiotic : As Effective Treatment of Diseases. *IRJP*, 3 (1) ; 96 – 101.
- Nainggolan, Olwin dan Cornelis Adimunca. 2005. Diet Sehat Dengan Serat. *Cermin Dunia Kedokteran* No. 147, 2005 Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Ooi LG and Liong MT. 2010. Cholesterol-Lowering Effects of Probiotics and Prebiotics: A Review of *in Vivo* and *in Vitro* Findings. *Int. J. Mol. Sci*. 11 : 2499-2522

- Prihatin, U. W. (2008). Hubungan Tingkat Pengetahuan, Asupan Karbohidrat Dan Serat Dengan Pengendalian Kadar Glukosa Darah Pada Penderita Diabetes Melitus Tipe II Rawat Jalan Di RSUD Dr. Moewardi Surakarta (Doctoral Dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- Sekhon BS and Jairath S. 2010. Prebiotics, Probiotics and Synbiotics : An Overview. *JPharm Educ Res.* 1 (2) : 13 - 28
- Subroto MA. 2008. Real Food, True Health. Makanan Sehat Untuk Hidup Lebih Sehat. PT Agro Media Pustaka, Jakarta.
- Santoso, Agus. 2011. "Serat Pangan (Dietary Fiber) dan Manfaatnya bagi Kesehatan" (PDF). *Magistra.* XXIII (75): 35-40.
- Suharoschi, R., Pop, O.L., Vlaic, R.A., Muresan, C.I., Muresan, C.C., Cozma, A., Sitar-Taut, A.V., Vulturar, R., Heghes, S.C., Fodor, A. and Iuga, C.A., 2019. Dietary fiber and metabolism. In *Dietary fiber: Properties, recovery, and applications* (pp. 59-77). Academic Press.
- Trowell HC (192). "*Definition of dietary fiber and hypotheses that it is a protective factor in certain diseases*". *The American Journal of Clinical Nutrition* (dalam bahasa English). American Society for Nutrition. 29: 417-427. *PMID 773166.*
- Trowell HC, Southgate D, Wolever T, Leeds A, Gassull M, Jenkins D (1976). "*Dietary fiber re-defined*". *Lancet* (dalam bahasa English). 307 (7966): 967. *doi:10.1016/S0140-6736(76)92750-1.*
- Tensiska, 2008. Serat Makanan. Jurusan Teknologi Industri Pangan. Fakultas Teknologi Industri Pertanian. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Yuniarti, E. (2023). Hubungan Konsumsi Sayur dan Buah dengan Kegemukan Remaja di Kota Padang. *Jurnal Sehat Mandiri*, 18(1), 137-145.