SAYURAN SEBAGAI SUMBER SERAT PANGAN UNTUK MENCEGAH TIMBULNYA PENYAKIT DEGENERATIF

(Vegetables as Sources of Dietary Fiber to Prevent Degenerative Diseases)

Deddy Muchtadi [1)]

[1)] *Jurusan Teknologi* Pangan dan Gizi, Fateta- IPB,

ABSTRACT

*For long time vegetables were thought only as the sources of **several vitamins**; however, it has been shown **that** vegetables contain **other are components**, which also important for **maintaining body's health, i.e.**, dietary fiber. Dietary fiber is a gmup of **polysaccharides** and other polymers, which cannot be digested by **human** upper **gastro-intestinal system**. Dietary fiber can be **grouped** as soluble and **insoluble**, having **different physiological effect**. **Soluble dietary** fiber (SDF) is **effective** in preventing cardiovascular diseases, while insoluble dietary fiber (IDF) can prevent the **development** of **colon** cancer, **diverticulosis**, as well as **obesity**.*

*Local **vegetables** found to contain high SDF (higher than 3,06% db) are: watercress, green bean, carrot, **eggplant, lettuce**, broccoli, **spinach, string bean**, and aubergine; while those containing high IDF (higher **than** 40,60% db) are: winged bean, **watercress, chinese** leaves, **"katuk"** leaves, lettuce, green **bean, broccoli, carrot** and spinach. **Cooking** practices such as **boiling, steaming** and pan **frying** decrease **the IDF content** of vegetables, **but not** to SDF content.*

PENDAHULUAN

Sayuran merupakan menu yang hampir selalu terdapat dalam hidangan sehari-hari masyarakat Indonesia, baik dalam keadaan mentah (sebagai lalapan segar) atau setelah diolah menjadi berbagai macam bentuk masakan. Akan tetapi, perubahan pola konsumsi pangan di Indonesia telah menyebabkan berkurangnya konsumsi sayuran dan buah-buahan hampir di semua propinsi di Indonesia. Sejak lama sayuran dikategorikan sebagai bahan pangan sumber vitamin; padahal selain itu, sayuran juga mengandung komponen lain yang juga menyehatkan tubuh, yaitu antioksidan dan serat pangan.

Pada masa lalu, serat pangan hanya dianggap sebagai sumber energi yang tidak tersedia (non-available energy *source*) dan hanya dikenal mempunyai efek sebagai pencahar perut (melancarkan buang air besar). Akan tetapi berdasarkan pengamatan peneliti-peneliti Inggris (Burkitt dan Trowell) pada tahun 1970-an, disimpulkan bahwa terdapat suatu hubungan erat antara konsumsi serat pangan dengan insiden timbulnya berbagai macam penyakit.

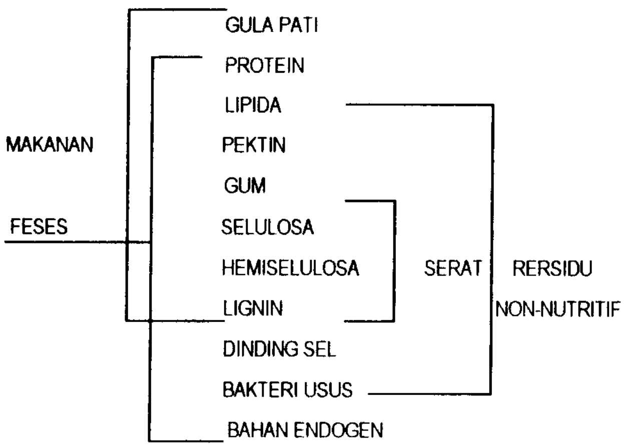
Berdasarkan pengamatan bahwa penduduk Afrika pedalaman mempunyai sedikit insiden penyakit karena banyak mengkonsumsi serat pangan dibandingkan dengan populasi di negara-negara maju, Burkitt dan Trowell menyimpulkan bahwa konsumsi serat pangan dalam jumlah banyak akan memberikan pertahanan tubuh terhadap timbulnya berbagai macam penyakit seperti kanker usus besar (colon), penyakit divertikular, penyakit kardiovaskular dan kegemukan (obesitas).

DEFINISI SERAT PANGAN

Dugaan bahwa serat (fiber) merupakan senyawa inert secara gizi didasarkan atas asumsi bahwa senyawa tersebut tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan. Hasil-hasil penelitian lebih lanjut menunjukkan bahwa ternyata senyawa yang tidak dapat dicerna tersebut tidak hanya terdiri dari selulosa, tetapi juga lignin, hemiselulosa, pentosan, gum dan senyawa pektik. Oleh karena itu akhirnya digunakan istilah serat pangan (dietary fiber), untuk menunjukkan bahwa lignin serta karbohidrat lain yang tidak dapat dicerna termasuk ke dalamnya.

Kadang-kadang juga digunakan istilah 'residu non-nutriti untuk menunjukkan bagian dari pangan yang tidak dapat dicerna dan diserap oleh tubuh. Akan tetapi sesungguhnya residu non-nutritif tersebut tidak sama dengan serat pangan, meskipun ada bagian-bagian pangan yang tercakup pada keduanya. Perbedaan utama antara keduanya adalah pada residu non-nutritif terkandung dinding sel bakteri (mikroflora) usus yang juga tidak dapat dicerna oleh enzim-enzim pencernaan (Gambar 1).

Istilah serat pangan juga harus dibedakan dari istilah serat kasar (*crude* fiber) yang biasa digunakan dalam analisa proksimat bahan pangan. Serat kasar adalah bagian dari pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh bahan-bahan kimia yang digunakan untuk menentukan kadar serat kasar, yaitu asam sulfat (H_2SO_4 1,25 %) dan natrium hidroksida (NaOH 1,25 %); sedangkan serat pangan adalah bagian dari bahan pangan yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim-enzim pencernaan. Oleh karena itu, kadar serat kasar nilainya lebih rendah dibandingkan dengan kadar serat pangan, karena asam sulfat dan natrium hidroksida mempunyai kemampuan yang lebih besar untuk menghidrolisis komponen-komponen pangan dibandingkan dengan enzim-enzim pencernaan.



Gambar 1. Ilustrasi komponen makanan dan feses dalam hubungan dengan istilah serat pangan dan residu non-nutritif

Secara umum serat pangan (*dietary fiber*) didefinisikan sebagai kelompok polisakarida dan polimer-polimer lain yang tidak dapat dicerna oleh sistem gastrointestinal bagian atas tubuh manusia. Terdapat beberapa jenis komponennya yang dapat dicerna (difermentasi) oleh mikroflora dalam usus besar menjadi produk-produk terfermentasi (Theander dan Aman, 1979; McAllan, 1985). Dari penelitian mutakhir diketahui bahwa serat pangan total (*total dietary fiber*, TDF) terdiri dari komponen serat pangan larut (*soluble dietary fiber*, SDF) dan serat pangan tidak larut (*insoluble dietary fiber*, IDF).

SDF diartikan sebagai serat pangan yang dapat larut dalam air hangat atau panas serta dapat terendapkan oleh air yang telah dicampur dengan empat bagian etanol. Gum, pektin dan sebagian hemiselulosa larut yang terdapat dalam dinding sel tanaman merupakan sumber SDF. Adapun IDF diartikan sebagai serat pangan yang tidak larut dalam air panas maupun dingin. Sumber IDF adalah selulosa, lignin, sebagian besar hemi-selulosa, sejumlah kecil kutin, lilin tanaman dan kadang-kadang senyawa pektat yang tidak dapat larut. IDF merupakan kelompok terbesar dari TDF dalam makanan, sedangkan SDF hanya menempati jumlah sepertiganya (Furda, 1981; Prosky et al., 1984; Prosky dan DeVries, 1992).

Gordon (1989) menyatakan bahwa serat pangan total (TDF) mengandung gula-gula dan asam-asam gula sebagai bahan pembangun utama serta grup fungsional yang dapat mengikat dan terikat atau bereaksi satu sama lain atau dengan komponen lain. Gula-gula yang membentuk TDF adalah glukosa, galaktosa, silosa, mannosa, arabinosa, rhamnosa dan fukosa, sedangkan asam-asam gulanya adalah asam mannuronat, galakturonat, glukuronat, guluronat dan 4-O metilglukuronat. Grup fungsional TDF adalah hidrogen, hidroksil, karbonil, sulfat dan metil. Semua komponen serat pangan total memberikan karakteristik fungsional pada serat yang meliputi kemampuan daya ikat air, kapasitas untuk mengembang, meningkatkan densitas kamba, membentuk gel dengan viskositas yang berbeda-beda, mengadsorpsi minyak/ lemak, pertukaran kation, serta memberikan warna dan flavor.

Hampir sebagian besar serat pangan yang terkandung dalam makanan bersumber dari pangan nabati. Serat tersebut berasal dari dinding sel berbagai jenis buah-buahan, sayuran, serealia, umbi-umbian, kacang-kacangan dan lain-lain. Proporsi dari berbagai komponen serat pangan sangat bervariasi antara satu bahan pangan dengan bahan pangan lainnya. Faktor-faktor seperti spesies, tingkat kematangan, bagian tanaman yang dikonsumsi dan perlakuan terhadap bahan tersebut, sangat berpengaruh terhadap komposisi kimia dan sifat fisik dari serat makanan, serta berpengaruh juga terhadap peran fisiologis dalam tubuh. Komponen serat pangan dalam berbagai bahan pangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komponen serat pangan dalam berbagai bahan pangan

Jenis Bahan Pangan	Jenis Jaringan	Komponen Serat Pangan yang Terkandung
Buah-buahan dan sayuran	Terutama jaringan parenkhim	Selulosa, substansi pektat, hemiselulosa dan beberapa jenis glikoprotein
	Beberapa jaringan terlignifikasi	Selulosa, lignin, hemiselulosa dan beberapa jenis glikoprotein
Serealia dan hasil olahannya	Jaringan parenkhim	Hemiselulosa, selulosa, ester-ester fenolik dan glikoprotein
	Jaringan terlignifikasi	Hemiselulosa, selulosa, lignin, ester-ester fenolik dan glikoprotein
Biji-bijian selain serealia	Jaringan parenkhim	Selulosa, hemiselulosa, substansi pektat dan glikoprotein
	Jaringan dengan penebalan dinding endosperma	Galaktomanan, sejumlah selulosa, substansi pektat dan glikoprotein
Aditif pangan		Gum guar, gum arabik, gum alginat, karagenan, gum xanthan, selulosa termodifikasi, pati termodifikasi, dll.

Sumber : Selvendran dan DuPont (1984).

EFEK MENYEHATKAN SERAT PANGAN

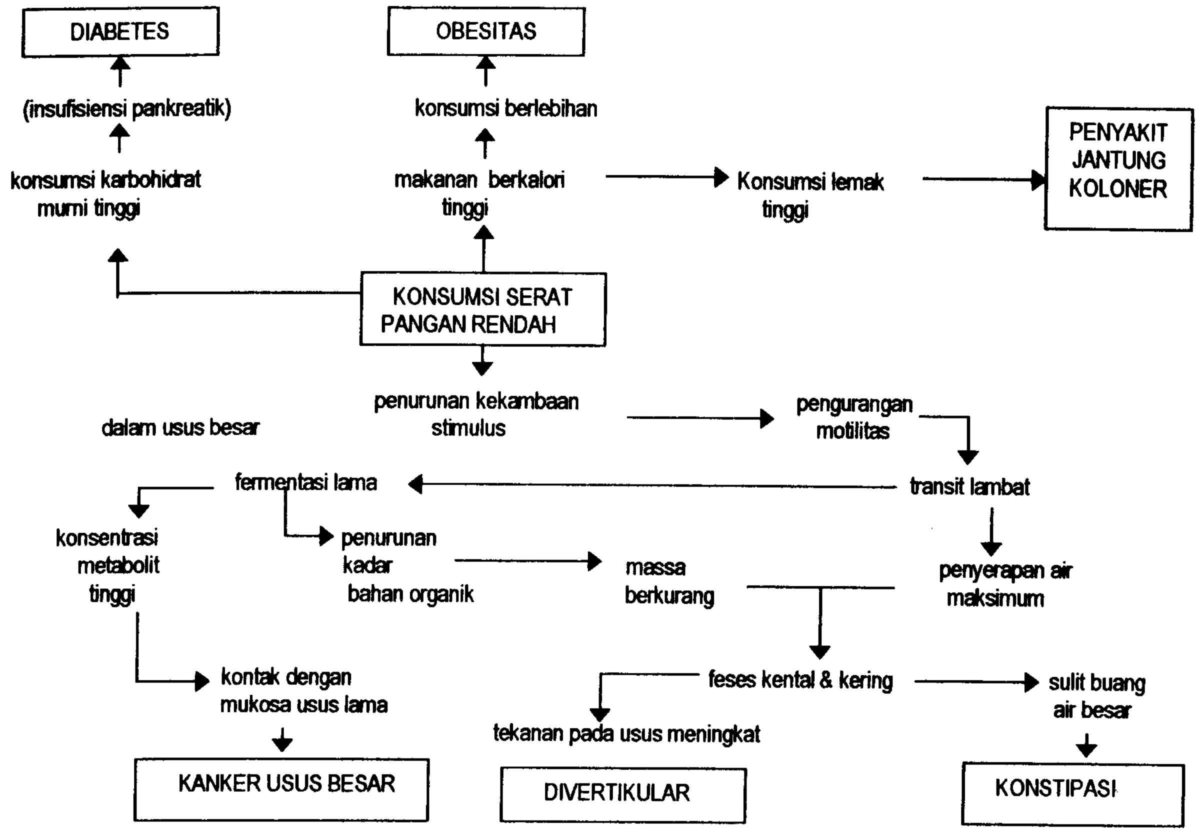
Secara skematis beberapa macam penyakit yang dapat timbul akibat kurangnya konsumsi serat pangan dapat dilihat pada Gambar 2.

Kanker Usus Besar

Hubungan antara serat pangan dengan timbulnya penyakit kanker usus besar telah mendapat perhatian besar, terutama di negara-negara maju. Hipotesis tentang adanya hubungan antara menurunnya konsumsi serat pangan dengan insiden timbulnya penyakit kanker usus besar dapat diuji dari contoh berikut ini. Di Amerika Serikat, konsumsi daging, unggas dan ikan telah meningkat dengan pesat, tetapi sebaliknya konsumsi bahan pangan yang kaya akan serat seperti kentang dan serealia telah menurun secara drastis. Juga ternyata konsumsi serealia utuh telah menurun tajam karena yang banyak dikonsumsi adalah tepungnya (yang telah dimurnikan dari serat). Tabel 2 memperlihatkan terdapatnya korelasi positif antara meningkatnya konsumsi daging, unggas dan ikan dengan insiden timbulnya penyakit kanker usus besar.

Apabila kita perhatikan data pada Tabel 2, ternyata terdapat pula korelasi negatif antara penurunan konsumsi kentang dan serelia utuh (kaya akan serat pangan) dengan meningkatnya insiden timbulnya penyakit kanker usus besar. Telah diketahui bahwa konsumsi serat pangan akan mempengaruhi mikroflora usus. Demikian juga telah diketahui bahwa serat pangan akan mengurangi waktu transit makanan dalam usus. Apabila kita menerima fakta bahwa karsinognesis adalah sebagai hasil dari kontak antara sel yang mudah terserang dengan karsinogen yang terdapat dalam konsentrasi tinggi serta dalam waktu yang lebih lama (lihat Gambar 3), maka hipotesis yanng lebih rasional dapat diutarakan.

Telah diduga bahwa komponen tertentu dari makanan dapat merupakan karsinogen, atau mikroflora usus dapat bereaksi pada residu makanan yang sampai ke usus dan mengubahnya menjadi senyawa karsinogenik. Senyawa ini apabila kontak dengan sel-sel mukosa usus besar selama periode waktu tertentu, akan menimbulkan tumbuhnya sel-sel kanker. Banyak hipotesa dikemukakan mengenai mekanisme serat pangan dalam mencegah timbulnya kanker usus besar (Gambar 4). Pertama, kemungkinan serat pangan dapat mempengaruhi mikroflora usus sedemikian rupa sehingga senyawa karsinogenik tidak terbentuk. Kedua, serat pangan bersifat dapat mengikat air, sehingga dapat meningkatkan kandungan air dalam usus besar; dengan demikian konsentrasi senyawa karsinogenik menjadi rendah dan tidak efektif lagi untuk membentuk sel kanker. Ketiga, serat pangan dapat mempercepat waktu transit residu makanan di dalam usus besar, sehingga tidak terdapat cukup waktu bagi senyawa karsinogen untuk melakukan kontak dengan sel-sel mukosa usus. Mungkin juga karsinogenesis tersebut dapat dicegah oleh dua atau lebih faktor-faktor tersebut. Hipotesa tersebut memerlukan pengujian yang lebih mendalam.

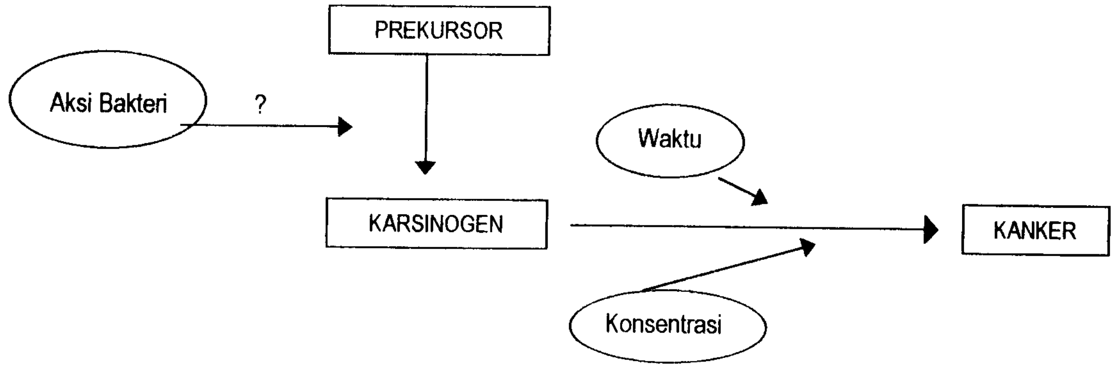


Gambar 2. Skema timbulnya berbagai penyakit akibat kurangnya konsumsi serat pangan (Johnson dan Southgate, 1994)

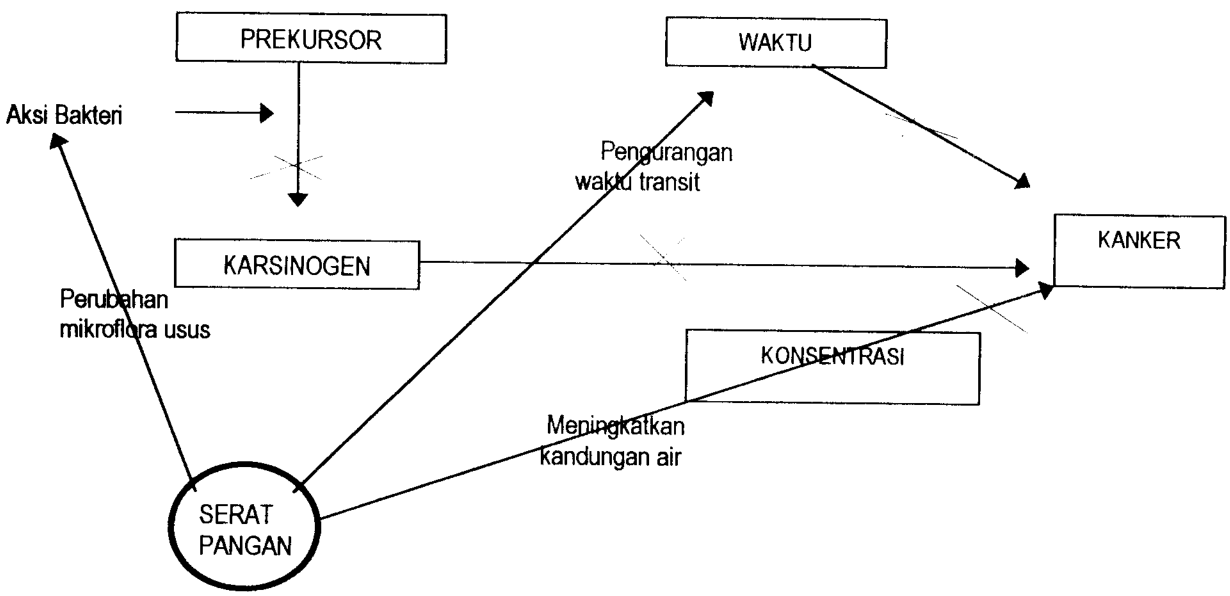
Tabel 2. Insiden timbulnya penyakit kanker usus besar di Connecticut- USA, dalam hubungan dengan perubahan konsumsi pangan secara nasional

Periode	Insiden kanker usus besar (per 100 ribu)	Konsumsi/kapita/tahun (dalam lb)			
		Daging sapi	Daging unggas, ikan	Serealia utuh	Kentang
1935 - 1938	19,7	44	148	205	149
1939 - 1942	21,2	46	165	200	140
1943 - 1946	23,9	45	182	198	142
1947 - 1950	25,9	51	176	170	121
1950 - 1953	27,2	51	179	163	112
1954 - 1957	28,9	65	192	151	111
1958 - 1961	30,0	63	194	148	109
1962 - 1965	30,4	68[a]	201[a]	144[a]	110[a]

[a] : Data untuk tahun 1962 dan 1963 saja
Sumber : Leveille (1975).



Gambar 3. Mekanisme yang mungkin terjadi pada karsinogenesis (Leveille, 1977)



Gambar 4. Pengaruh penghambatan oleh serat pangan yang mungkin terjadi terhadap induksi kanker usus besar (Leveille, 1997)

Penyakit Divertikular

Penyakit divertikular ditandai dengan adanya benjolan-benjolan dan luka-luka pada usus. Penyakit ini timbul karena terbentuknya feses yang kecil tetapi keras, disertai dengan meningkatnya tekanan pada permukaan usus. Apabila serat pangan dikonsumsi dalam jumlah yang cukup, maka konsistensi feses tersebut berubah menjadi besar dan lunak, karena adanya kemampuan serat pangan untuk menyerap air. Dengan demikian waktu transit dikurangi, dan sebagai konsekuensinya tekanan pada permukaan usus akan menurun dan pembentukan divertikular dapat dicegah.

Konsumsi serat pangan yang cukup akan menghasilkan feses yang lembut, sehingga hanya dengan kontraksi otot yang rendah (kurang dari 10 mm Hg) feses dapat dikeluarkan dengan lancar. Apabila konsumsi serat kurang, maka volume feses menjadi kecil dan keras (berbentuk bulat-bulat kecil), sehingga untuk membuangnya dibutuhkan kontraksi otot yang besar (tekanan dapat mencapai lebih dari 90 mm Hg). Tekanan yang besar dari permukaan usus terhadap feses yang kecil dan keras akan mengakibatkan timbulnya penyakit divertikular.

Penyakit Kardiovaskular

Telah diketahui bahwa populasi yang mengkonsumsi makanan yang tidak murni mempunyai kadar kolesterol yang lebih rendah dalam plasma darahnya. Pada populasi ini selain terdapat perbedaan dalam konsumsi serat pangan, juga konsumsi komponen makanan lainnya yaitu lemak, protein dan karbohidrat yang telah murni, juga berbeda secara nyata. Meskipun demikian, banyak bukti yang menunjukkan bahwa serat pangan memegang peranan spesifik dalam menurunkan kadar kolesterol dalam darah. Beberapa penelitian menggunakan hewan percobaan dan manusia melaporkan tersangkutnya beberapa komponen serat pangan dalam menurunkan kadar kolesterol serum (Story dan Kritchevsky, 1976).

Teori yang paling banyak diterima adalah bahwa beberapa komponen serat pangan mampu mengikat asam/garam empedu, dan dengan demikian akan mencegah penyerapannya kembali dari usus, serta meningkatkan ekskresinya melalui feses; sehingga akan meningkatkan konversi kolesterol dari serum darah menjadi asam/garam empedu di dalam hati (Leveille, 1977).

Diketahui bahwa sintesis kolesterol di bawah kontrol umpan-balik (*feedback control*), dan perubahan kolesterol menjadi asam/garam empedu juga diatur oleh suatu mekanisme umpan-balik. Peredaran enterohepatik asam empedu mengatur konversi kolesterol plasma darah menjadi asam empedu. Nampaknya serat pangan mengikat asam empedu tersebut, sehingga mencegah penyerapannya kembali oleh usus; dan hal ini akan menghilangkan pengaruh penghambatan konversi kolesterol plasma menjadi asam empedu. Kesimpulan yang dapat diambil sampai saat ini adalah bahwa serat pangan mampu untuk mengurangi kadar kolesterol yang bersirkulasi dalam plasma darah, karena serat pangan dapat meningkatkan ekskresi asam empedu ke feses dan dengan demikian meningkatkan konversi kolesterol plasma menjadi asam empedu.

Tidak semua serat pangan mempunyai keefektifan yang sama dalam menurunkan kadar kolesterol. Selulosa yang telah dimurnikan dan dedak gandum hampir tidak mempunyai kemampuan untuk menurunkan kadar kolesterol serum (Keys et al., 1961; Truswell dan Kay, 1976). Akan tetapi komponen serat alfalfa dan oats sangat efektif dalam menurunkan kadar kolesterol serum (DeGroot et al., 1963; Kristchevsky et al., 1974). Terdapat bukti bahwa pektin (Leveille dan Sauberlich, 1966; Reiser, 1987) dan gum (Fahrenbach et al, 1966) merupakan komponen serat makanan yang efektif dalam menurunkan kadar kolesterol (Tabel 3 dan Tabel 4).

Tabel 3. Pengaruh pektin terhadap kadar kolesterol plasma tikus yang diberi ransum mengandung kolesterol

Suplemen pada ransum	Kadar kolesterol plasma (mg/100 ml)
1 % kolesterol	128
1 % kolesterol + 5 % pektin	91

Sumber : Leveille dan Sauberlich (1966).

Tabel 4. Pengaruh beberap jenis gum terhadap kadar kolesterol plasma anak ayam yang diberi ransum mengandung kolesterol.

Jenis gum	Kadar gum dalam ransum		
	1 %	2 %	3 %
	Kadar kolesterol plasma (% thd kontrol)		
Carragenan	89	72	49
Guar	72	48	40
Locust bean	91	67	58
Ghatti	104	106	108
Tragacanth	84	63	58
Pektin	96	86	71

Sumber : Fahrenbach et al. (1966).

Beberapa penelitian melaporkan bahwa secara fisiologis, serat pangan larut (SDF) lebih efektif dalam mereduksi plasma kolesterol yaitu *low density lipoprotein* (LDL), serta meningkatkan kadar *high density lipoprotein* (HDL). Selain itu, ternyata SDF juga bermanfaat bagi penderita diabetes melitus yaitu berhubungan dengan peranan SDF dalam mereduksi absorpsi glukosa dalam usus. Manfaat lain SDF adalah membuat perut merasa cepat kenyang, sehingga bermanfaat untuk mempertahankan berat badan normal (Bell et al., 1990 yang dikutip oleh Prosky dan De Vries, 1992).

Serat pangan tidak larut (IDF) tidak terlalu signifikan sebagai agen hipokolesterolemik, tetapi peranannya sangat penting dalam pencegahan disfungsi alat pencernaan seperti konstipasi (sulit buang air besar), haemoroid (ambeien), kanker usus besar, infeksi usus buntu, divertikulosisn dan *colitis* (Anderson dan Siesel, 1990 yang dikutip oleh Prosky dan DeVries, 1992).

Kegemukan (Obesitas)

Kegemukan (obesitas) banyak terdapat pada individu di negara-negara maju. Timbulnya kegemukan ini dapat dihubungkan dengan meningkatnya densitas kalori dalam makanan/minuman yang menyertai meningkatnya kemakmuran. Apakah timbulnya kegemukan tersebut hanya berhubungan dengan perubahan dalam komposisi makanan/minuman, belum jelas diketahui. Tetapi beberapa peneliti mengemukakan hipotesa bahwa pada hewan percobaan, kegemukan tersebut berhubungan langsung dengan rasio serat pangan terhadap energi (kalori) di dalam ransum.

Karbohidrat (pati, gula), protein dan lemak di dalam tubuh akan dioksidasi menjadi energi. Makin banyak zat-zat gizi tersebut dikonsumsi, makin banyak pula energi yang dihasilkan. Energi yang tidak terpakai (karena berlebih atau karena aktivitas fisik yang kurang), akan disimpan di dalam tubuh berupa timbunan-timbunan lemak sebagai cadangan energi. Hal inilah yang menimbulkan kegemukan.

Bila seseorang mengkonsumsi makanan yang banyak mengandung serat pangan, maka orang tersebut akan lebih cepat merasa kenyang. Dengan adanya serat pangan maka orang tersebut akan mengunyah lebih lama, dan hal ini akan menstimulir ekskresi saliva (air liur) dan cairan lambung lebih banyak. Sekresi yang berlebihan ini akan menyebabkan perut merasa kenyang. Selain itu, dengan adanya serat pangan, maka penyerapan zat-zat gizi (pati, gula, protein, lemak) akan dihalangi, sehingga jumlah yang akan dioksidasi menjadi energi berkurang.

EFEK MERUGIKAN SERAT PANGAN

Di samping pengaruh positif seperti telah dijelaskan di atas, serat pangan telah sejak lama diketahui sebagai penyebab ketidak-tersediaan (*unavailability*) beberapa zat gizi. Telah dibuktikan bahwa serat pangan mempengaruhi bioavailabilitas (ketersedi-aan biologis) vitamin-vitamin larut lemak (terutama vitamin D dan E). Hal ini diduga karena terdapatnya pengaruh serat pangan terhadap asam/garam empedu, sedangkan asam empedu tersebut berperanan penting dalam pencernaan dan penyerapan lemak, termasuk vitamin-vitamin larut lemak (Leveille, 1977).

Selain itu, telah pula dibuktikan melalui percobaan *in vitro* bahwa serat pangan mempengaruhi aktivitas enzim-enzim protease (Espinosa-Nava, 1982). Komponen serat pangan yang berbeda memberikan pengaruh yang berbeda terhadap aktivitas enzim; demikian juga tidak semua enzim protease yang diproduksi oleh pankreas dapat dipengaruhi aktivitasnya oleh serat pangan. Penurunan aktivitas enzim-enzim tersebut diduga disebabkan karena adanya pengikatan (interaksi) oleh serat pangan. Akan tetapi mekanismenya tidak sama seperti halnya inhibitor protease yang dapat menginaktifkan enzim protease. Diduga serat pangan hanya berinteraksi dengan enzim protease, sedangkan enzim tersebut tetap aktif, namun aktivitasnya menurun.

Dari kenyataan ini jelas bahwa meskipun serat pangan memberikan efek positif terhadap kesehatan, namun efek negatifnya juga ada. Sehingga serat pangan tidak boleh dikonsumsi secara berlebihan. Namun sampai saat ini berapa jumlah serat pangan yang sebaiknya dikonsumsi per hari, belum ditetapkan.

SERAT PANGAN SAYURAN

Menurut Selvendran dan Dupont (1984) sumber serat pangan dari sayuran terdapat dalam struktur dinding selnya, terutama pada jaringan parenkim dan sebagian dari jaringan terlignifikasi. Dinding sel tanaman terdiri dari tiga lapisan yang berbeda secara morfologis, yaitu lapisan antar sel (*middle lamella*), dinding sel pertama dan dinding sel kedua.

Dinding sel penyusun tanaman ketebalannya bervariasi, ada yang menempati lebih dari 95 persen dari isi sel, tetapi ada juga yang kurang dari 5 persen. Menurut Selvendran (1983), proses pembentukan dinding sel tanaman terjadi dalam tiga tahap utama. Tahap pertama adalah terbentuknya sekat pemisah selama daerah meristimatis membelah akibat pembelahan sel. Pada saat ini *middle lamella* terbentuk, yang terdiri dari molekul amorf, khususnya substansi pektat. Tahap yang kedua adalah tahap pengontrolan penumpukan polimer-polimer pada dinding dan pengontrolan komposisi dinding sel tersebut. Kandungan utama dinding yang terbentuk akibat penumpukan polimer ini adalah polisakarida seperti substansi pektat, hemiselulosa, selulosa dan beberapa glikoprotein. Dinding yang terbentuk ini disebut sebagai dinding sel pertama. Tahap terakhir adalah tahap penebalan kedua yang menentukan struktur akhir dari sel-sel tertentu. Pada tahap ini terjadi penumpukan zat seperti lignin. Dinding sel yang terbentuk ini kemudian disebut dinding sel kedua yang komponen utamanya adalah selulosa, lignin, dan hemiselulosa sebagai matriks amorf. Adapun gum, musilase, kutin dan lainnya merupakan komponen serat dalam jumlah kecil dari dinding sel tanaman. Pada Tabel 5 disajikan hasil analisis serat pangan beberapa jenis sayuran.

Tabel 5. Hasil analisis kadar serat pangan beberapa jenis sayuran mentah.

Jenis Sayuran	Kadar Serat Pangan (% berat kering)		
	IDF[1]	SDF[2]	TDF[3]
Kangkung	54,63	6,71	61,34
Bayam	40,91	4,04	44,95
Daun Katuk	46,81	1,71	48,52
Selada	45,43	4,64	50,07
Sawi Hijau	48,93	2,14	51,07
Sawi Putih	39,95	0,98	40,94
Kubis/Kol	27,70	2,55	30,25
Bunga Kol	40,28	1,22	41,50
Brokoli	41,72	4,08	45,80
Tauge Kacang Hijau	32,16	2,97	35,14
Kacang Panjang	43,20	6,26	49,47
Kecipir	55,89	0,87	56,76
Terong Bulat	33,74	5,41	39,15
Terong Panjang	29,97	3,14	33,10
Mentimun	30,57	2,05	32,61
Labu Siam	30,32	1,31	31,64
Buncis	30,49	3,83	34,32
Wortel	41,29	5,66	46,95

Sumber : Muchtadi (1998).

[1]IDF: serat makanan tidak larut
[2]SDF: serat makanan larut
[3]TDF: serat makanan total

Berdasarkan pada nilai median dari rata-rata kadar serat pangan sayuran mentah yang diteliti, maka sayuran dapat digolongkan menjadi kelompok sayuran berkadar serat pangan tinggi (nilai rata-rata lebih besar dari nilai median) dan kelompok sayuran berkadar serat pangan rendah (nilai rata-rata lebih rendah dari nilai median). Dari hasil penelitian Muchtadi (1998), maka sayuran dapat digolongkan ke dalam kelompok sayuran sebagai sumber serat makanan tidak larut, IDF (median = 40,60 % bk), sumber serat makanan larut, SDF (median=3,06 % bk), dan sebagai sumber serat makanan total, TDF (median = 43,22 % bk).

Sayuran yang tergolong sebagai sumber serat makanan total (TDF) yang tinggi adalah: kangkung, bayam, daun katuk, selada, sawi hijau, brokoli, kacang panjang, kecipir, dan wortel. Sayuran yang berkadar serat pangan total rendah adalah : sawi putih, kubis/kol, bunga kol, tauge kacang hijau, terong bulat, terong panjang, mentimun, labu siam dan buncis. Sayuran yang tergolong sebagai sumber serat makanan tidak larut (IDF) yang tinggi adalah: kangkung, bayam, daun katuk, sawi hijau, selada, brokoli, kacang panjang, kecipir, dan wortel. Kelompok sayuran yang mempunyai kadar IDF rendah adalah: sawi putih, kubis/kol, bunga kol, tauge kacang hijau, terong bulat, terong panjang, mentimun, buncis dan labu siam. Kelompok sayuran sebagai sumber serat makanan larut (SDF) yang tinggi adalah: kangkung, bayam, selada, brokoli, kacang panjang, terong bulat, buncis, terong panjang, dan wortel. Kelompok sayuran dengan kadar SDF rendah adalah: daun katuk, sawi hijau, sawi putih, kubis/kol, bunga kol, tauge kacang hijau, kecipir, mentimun, dan labu siam (Muchtadi, 1998).

Dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa sayuran yang tergolong sebagai sumber serat pangan (IDF, SDF dan TDF) yang tinggi adalah : kangkung, bayam, selada, brokoli, kacang panjang dan wortel. Oleh karena itu jenis sayur-sayuran inilah yang paling baik ditingkatkan konsumsinya, untuk memperoleh khasiat menyehatkan dari serat pangan (Muchtadi, 1998).

Pengaruh pemasakan (pengukusan, perebusan dan penumisan terhadap kadar serat pangan (SDF, IDF dan TDF) yang terkandung dalam sayuran dapat dilihat pada Tabel 6. Secara umum dapat dikatakan bahwa semua perlakuan pemasakan (perebusan, pengukusan atau penumisan) menurunkan kadar serat pangan (TDF, IDF, SDF) yang terkandung dalam sayuran. Akan tetapi data pada Tabel 6 menunjukkan terdapat kecenderungan bahwa kadar serat pangan tidak larut (IDF) dan total (TDF) sayuran (dalam % berat kering) pada perlakuan perebusan memiliki nilai yang lebih tinggi daripada perlakuan lainnya (pengukusan dan penumisan). Hal ini mungkin disebabkan karena kehilangan berat pada sayuran yang direbus sebagai akibat melarutnya komponen non-serat dari sayuran ke dalam air perebus lebih tinggi dibandingkan sayuran yang dikukus atau ditumis.

Tabel 6. Pengaruh pemasakan terhadap kadar serat pangan berbagai jenis sayuran (% berat kering).

Jenis Sayuran	Serat Pangan	Perlakuan			
		Mentah	Kukus	Rebus	Tumis
Kangkung	IDF	54,63	43,31	55,43	36,41
	SDF	6,71	5,06	5,06	6,32
	TDF	61,34	48,36	60,48	42,72
Bayam	IDF	40,91	28,54	36,59	30,79
	SDF	4,04	8,68	6,85	6,64
	TDF	44,95	37,22	43,44	37,43
Daun Katuk	IDF	46,81	44,96	34,46	37,38
	SDF	1,71	1,53	2,46	1,46
	TDF	48,52	46,49	36,92	38,84
Selada	IDF	45,43	42,44	44,06	-
	SDF	4,64	11,79	9,70	-
	TDF	50,07	54,23	53,76	-
Sawi Hijau	IDF	48,93	53,05	47,87	41,46
	SDF	2,14	6,04	5,83	7,28
	TDF	51,07	59,09	53,69	48,75
Sawi Putih	IDF	39,95	27,57	35,39	31,33
	SDF	0,98	3,45	3,35	3,75
	TDF	40,94	31,03	38,74	35,08
Kubis/Kol	IDF	27,70	22,09	33,16	24,29
	SDF	2,55	3,93	4,57	4,77
	TDF	30,25	26,02	37,73	29,05
Bunga Kol	IDF	40,28	30,10	35,54	33,34
	SDF	1,22	10,56	8,50	4,12
	TDF	41,50	40,66	44,04	37,46
Brokoli	IDF	41,72	26,38	36,74	29,15
	SDF	4,08	2,96	6,08	5,40
	TDF	45,80	29,34	42, 81	34,55
Tauge Kacang Hijau	IDF	32,16	20,96	27,82	23,06
	SDF	2,97	10,34	8,07	5,08
	TDF	35,14	31,30	35,89	28,13
Kacang Panjang	IDF	43,20	34,82	40,66	34,70
	SDF	6,26	9,64	5,48	8,85
	TDF	49,47	44,46	46,14	43,55
Kecipir	IDF	55,89	42,79	44,79	51,99
	SDF	0,87	5,54	5,33	4,00
	TDF	56,76	48,33	50,12	55,99
Terong Bulat	IDF	33,74	22,27	24,82	29,44
	SDF	5,41	5,29	8,86	6,31
	TDF	39,15	27,56	33,68	35,75
Terong Panjang	IDF	29,97	18,56	22,99	29,22
	SDF	3,14	7,69	11,05	2,13
	TDF	33,10	26,26	34,05	31,35

Mentimun	IDF	30,57	15,50	21,58	23,45
	SDF	2,05	7,26	8,53	5,67
	TDF	32,61	22,77	30,11	29,11
Labu Siam	IDF	30,32	21,83	29,59	18,04
	SDF	1,31	2,59	4,05	3,83
	TDF	31,64	24,42	33,65	21,87
Buncis	IDF	30,49	30,05	26,78	29,81
	SDF	3,83	4,64	3,42	2,44
	TDF	34,32	34,70	30,20	32,26
Wortel	IDF	41,29	18,26	32,54	27,27
	SDF	5,66	11,64	18,19	7,78
	TDF	46,95	29,91	50,73	36,05

Sumber : Muchtadi (1998).

Mengenai hal ini, Lintas dan Cappeloni (1988) menyebutkan bahwa kehilangan komponen-komponen yang dapat larut dari sayuran seperti gula, protein larut, mineral, dan substansi pektat ke dalam air perebus akan menurunkan kadar bahan kering, sehingga akan meningkatkan kadar serat pangan. Demikian pula, adanya kalsium dalam air perebusan memungkinkan terjadinya reaksi dengan substansi pektat yang derajat esterifikasinya rendah membentuk kalsium-pektat yang tidak larut, sehingga akan meningkatkan kandungan serat makanan tidak larut (IDF).

Selain itu, kenaikan nilai IDF dan TDF akibat proses perebusan mungkin juga disebabkan karena terjadinya reaksi pencoklatan non-enzimatis (antara protein dan gula reduksi), membentuk polimer yang terhitung sebagai serat pangan (Van Soest, 1965) Sejauh ini masalah terhitungnya polimer-polimer hasil reaksi Maillard tersebut masih diperdebatkan; apakah termasuk serat pangan karena kenyataannya pada setiap makanan yang mengalami pengolahan dengan panas, hampir selalu ditemukan komponen hasil reaksi Maillard. Sehingga diduga ada kemungkinan bahwa polimer-polimer tersebut secara fisiologis ikut mempengaruhi kesehatan tubuh (Prosky dan DeVries, 1992).

DAFTAR PUSTAKA

DeGroot, A.P., R. Luykan and N.A. Pikaar, 1963. Cholesterol lowering effect of rolled oats. Lancet 2, 303-304.

Espinosa-Nava, R., 1982. Etude *in vitro* de l'Interaction entre les Fibres Alimentaires et les Proteases Pancreatiques. These de Dr. 3e Cycle, USTL, Montpellier, France

Fahrenbach, M.J., B.A. Riccardi dan W.C. Grant, 1966. Hypocholes-terolemic activity of mucillaginous polysaccharides in White Leghorn cockerels. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 123:321-326.

Furda, I., 1981. Simultaneous analysis of soluble and insoluble dietary fiber. Di dalam W.P.T. James dan O. Theander (eds.). The Analysis of Fiber in Food. Marcel Dekker, New York.

Gordon, 1989. Functional properties vs physiological action of total dietary fiber. Cereal Food World, 34(7):517.

Ink, S.L. and H.D. Hurt, 1987. Nutritional implication of gums. Food Technol. 41(1):77

Johnson dan Southgate, 1994. Dietary Fibre and Related Substances. Chapman & Hall, London.

Keys, A., F. Grande and J.T. Anderson, 1961. Fiber and pectin in the diet and serum cholesterol in man. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 106, 555-558.

Kritchevsky, D., S.A. Tapper and J.A. Story, 1974. Isocaloric, isogravic diets in rats. III. Effects of non-nutritive fiber (alfalfa and cellulose) on cholesterol metabolism. Nutr. Rep. Intl. 9, 301-308.

Krotkiewski, M., 1984. Effect of guar gum on body weight, hunger ratings and metabolism. Brit. J. Nutr. 52:97.

Leveille, G.A., 1975. Issues in human nutrition and their probable impact on foods of animal origin. J. Animal Sci. 41:723-731.

Leveille, G.A., 1977. The Role of Dietary Fiber in Nutrition and Health. *Di dalam* L.F. Hood, E.K. Wardrip and G.N. Bollenback (eds.). Carbohydrates and Health. AVI Publ. Co., Inc., Westport, Connecticut.