

## . PANGAN DAN KEBUTUHAN MANUSIA

**Sumber: Dasar-Dasar Agronomi (M.M Sri Setyati Harijadi)**

Pangan adalah bahan apa pun bagi suatu organisme yang memberi energi dan zat gizi. Telah dikemukakan bahwa tanaman dapat menyintesis pangannya sendiri dari energi matahari. Mikroorganisme hanya memerlukan sumber energi yang sederhana dan beberapa bahan anorganik. Hewan memerlukan pangan yang “selesai dibuat” oleh tanaman dalam bentuk molekul yang sangat kompleks. Manusia termasuk **omnivora** yang memperoleh pangannya langsung dari keduanya, yakni tanaman dan hewan.

Pangan yang tak cukup dapat menimbulkan akibat yang tak dapat ditoleransi. Terutama pada anak muda dan kanak-kanak, kekurangan pangan dapat memengaruhi pertumbuhan. Selain itu, diketahui terdapat hubungan antara diet yang baik dan kemampuan serta prestasi berpikir. **Di samping kebutuhan biologi untuk untuk energi dan zat gizi terdapat pula dimensi kebudayaan terhadap pangan.** Kebiasaan diet (ratusan makanan) berurat, berakar, dan sukar diubah sehingga pangan yang merupakan ketergantungan kita untuk sumber energi sangat mempengaruhi gaya hidup.

**Diet yang tak baik dapat mengakibatkan kelaparan, gizi salah, obesitas, keracunan, penyakit, atau kematian.** Masalah pangan sejak masa produksi sampai penggunaan akhir, menjadi tanggungan semua pihak.

### 3.1 Gizi (Nutrisi)

Gizi menunjuk pada proses benda-benda hidup mencerna dan mengasimilasi pangan. Pertumbuhan yang baik, pemeliharaan dan fungsi tumbuh bergantung pada pemilihan, jumlah, dan kombinasi bahan-bahan pangan. Kebutuhan pangan yang sebenarnya sukar ditentukan. Banyak data mengenai ini yang telah diperolah, kebanyakan berasal dari hewan. Dari makanan kita, banyak zat yang

terdapat dalam jumlah kecil. Di samping itu, bakteri-bakteri perut dapat menambah beberapa zat gizi (misal biotin, asam folat, dan vitamin K).

Nilai gizi dari pangan harus dibahas dalam istilah-istilah kimia dan satuan energi. Bahan-bahan kimia yang dibutuhkan manusia mencangkup **bahan-bahan anorganik** (air dan unsur mineral tertentu) dan **bahan-bahan organik** (asam amino, asam lemak, dan vitamin-vitamin yang merupakan faktor penyerta). Zat gizi yang tak dapat disintesis dari komponen lain dalam diet dipandang **esensial**. Sesuatu kekurangan dari salah satu zat gizi esensial biasanya berakibatkan gejala fisiologis tertentu: gejala pertama pada kanak-kanak adalah pertumbuhan yang kurang. Bila seorang anak mendapatkan semua zat gizi dalam jumlah yang cukup kecuali satu zat gizi, maka pertumbuhannya biasanya berbanding dengan suplai zat gizi pembatas. Zat gizi esensial biasanya tidak dikonsumsi dalam bentuk murni, akan tetapi sebagai bahan dari bahan pangan.

Walaupun kebutuhan zat gizi (*nutrient*) dapat dikemukakan secara spesifik dalam istilah-istilah zat gizi esensial, ahli-ahli gizi lebih senang mengemukakan dalam istilah klasifikasi yang lebih luas, yaitu **karbohidrat, lemak, protein, vitamin**, dan **mineral**.



Kelompok umur	BB (kg)	TB (cm)	Vitamin A (mcg)*	Vitamin D (mcg)	Vitamin E (mg)	Vitamin K (mcg)
<b>Bayi/Anak</b>						
0 – 6 bulan	6	61	375	5	4	5
7 – 11 bulan	9	71	400	5	5	10
1-3 tahun	13	91	400	15	6	15
4-6 tahun	19	112	450	15	7	20
7-9 tahun	27	130	500	15	7	25
<b>Laki-laki</b>						
10-12 tahun	34	142	600	15	11	35
13-15 tahun	46	158	600	15	12	55
16-18 tahun	56	165	600	15	15	55
19-29 tahun	60	168	600	15	15	65
30-49 tahun	62	168	600	15	15	65
50-64 tahun	62	168	600	15	15	65
65-80 tahun	60	168	600	20	15	65
80+ tahun	58	168	600	20	15	65
<b>Perempuan (thn)</b>						
10-12 tahun	36	145	600	15	11	35
13-15 tahun	46	155	600	15	15	55
16-18 tahun	50	158	600	15	15	55
19-29 tahun	54	159	500	15	15	55
30-49 tahun	55	159	500	15	15	55
50-64 tahun	55	159	500	15	15	55
65-80 tahun	54	159	500	20	15	55
80+ tahun	53	159	500	20	15	55
<b>Hamil (+an)</b>						
Trimester 1			+300	+0	+0	+0
Trimester 2			+300	+0	+0	+0
Trimester 3			+350	+0	+0	+0
<b>Menyusui (+an)</b>						
6 bln pertama			+350	+0	+4	+0
6 bln kedua			+350	+0	+4	+0

Sumber : LIPI dan Kemenkes RI, Angka Kecukupan Gizi yang dianjurkan bagi Orang Indonesia, Widya Karya Nasional Pangan dan Gizi (WNPG) X, Jakarta, 2013

### 3.2 Zat Gizi (*Nutrient*)

#### **Karbohidrat**

Karbohidrat merupakan kelompok besar persenyawaan karbon, hidrogen dan satu atom oksigen. Disebut karbohidrat karena ketidaktepatan ahli-ahli kimia dulu sebagai hidratnya karbon ( $C_6H_{12}O_6$ ). Tanaman merupakan produsen utama karbohidrat yang digolongkan menjadi mono-, oligo-, dan polisakarida arsitek susunannya.

Walaupun terdapat banyak jenis, karbohidrat tanaman yang terpenting adalah **gula** (*sugars*), **pati** (*starches*), dan berbagai **selulosa**. Hasil hewani berisi sedikit karbohidrat, kecuali susunan berisi **laktosa** (suatu gula).

**Monosakarida** yang paling sederhana berisi tiga sampai tujuh karbon, pada tanaman biasanya berisi lima karbon (gula pentosa, misal ribosa) dan enam karbon (gula **hektosa**, seperti **glukosa** dan **fruktosa**). Disakarida terdiri dari gandengan dua monosakarida yang disebut reaksi kondensasi. **Oligosakarida** kalau dihidrolisis menghasilkan sedikit unit monosakarida. **Polisakarida** merupakan suatu kompleks (polimer) membentuk pati, suatu bentuk cadangan karbohidrat yang terdapat pada umbi, ubi, dan akar.

Persenyawaan yang mengandung karbo berada dalam bentuk berbeda-beda, masing-masing dengan susunan molekul tersendiri. **Gula** (*sugars*) merupakan arbohidrat tunggal yang membentuk bahan lebih kompleksa (polimer) bila tergabung secara rantai. **Sukrosa** merupakan gula dalam pengertian sehari-hari, terdiri dari dua gula tunggal, yaitu glukosa dan fruktosa. Sambungan rantai dari beratus molekul glukosa membentuk **pati** (*starch*), suatu simpanan atau cadangan yang terdapat pada akar dan umbi berdaging, serta pada kebanyakan tanaman merupakan karbohidrat cadangan utama.

Serat ksar tak mudah dicerna dan menghasilkan sedikit energi dibandingkan ekstrak-bebas-N. Walaupun serat kasar tak memiliki manfaat secara langsung pada manusia, tetapi serat kasar merupakan ransum pokok untuk ternak; rata-rata ransum ternak mengandung karbohidrat 75 persen.

Dengan pengecualian vitamin C (asam askorbat), karbohidrat sesungguhnya tidaklah esensial sebagai pangan manusia. Manusia, seperti halnya hewan, dapat dipertahankan pada diet bebas dengan menggantikannya dengan lemak sebagai sumber energi (seperti diet bangsa Eskimo). Penggunaan karbohidrat yang universal dalam bentuk gula dan pati secara praktis tak dapat ditinggalkan dari pangan manusia. Bahkan di negara Amerika Serikat, yang merupakan konsumen protein dan lemak yang tinggi, separuh dari kalori dalam diet mereka tetap diperoleh dari karbohidrat.

**Inulin**, suatu polimer dari fruktosa, merupakan karbohidrat cadangan pada umbi *jerusalem artichoke* (*Helianthus tuberosus*) dan akar bunga dahlia. Inulin merupakan kegunaan obat karena tidak seperti karbohidrat yang mengandung glukosa. Inulin dapat dimetabolisasi oleh penderita diabetes (keencing manis). **Selulosa** terbentuk oleh benang-benang polimer glukosa, yang saling terjalin dan terhubung, tetapi berbeda dari pati dalam hal bentuk cabang ikatan rantainya. Selulosa sangat sukar larut dan tak tercerca oleh manusia, tetapi dapat diuraikan oleh mikroorganisme. Beberapa hewan (sapi, kambing, biri-biri) dapat menggunakan karenanya karena kegiatan mikroorganisme dalam perutnya.

Pangan karbohidrat biasanya digolongkan berdasar ketercernaannya kedalam dua persenyawaan, yaitu **serat kasar** (bagian yang kasar terutama berisi selulosa dan zat yang bertalin) dan eksrak bebas nitrogen (**pati dan berbagai gula**).

### ***Lipida***

Lemak dan zat-zat serupa lemak secara umum digolongkan sebagai lipida, yaitu zat yang dicirikan oleh kelarutannya dalam pelarut organik, seperti eter atau klorofoam. Terdapat tiga kelas lipida dalam tanaman, yaitu lemak asli (bahan

pangan cadangan), fosfolipida (bahan bangunan, khususnya membran), dan lilin atau malam (sebagai besar merupakan komponen kucikula).

Sebagai pangan, lemak menyumbang kalori meski tidak seefisien karbohidrat; bahkan lemak dapat menyebabkan kadar kolesterol dalam tubuh. Dalam tanaman, fosfolipid dan lilit dapat mempengaruhi permukaan daun dan tanaman untuk tidak cepat megalami desikasi (dapat membantu mengatasi kekeringan, tapi mengurangi manfaat *foliar feeding*).

**Lemak** dan bahan-bahan seperti lemak dikelompokkan dalam golongan lipida. Lemak adalah ester dari asam-asam organik berantai panjang dan alkohol (**gliserol**). Lemak berisi karbon, hidrogen, dan oksigen, tetapi berbeda dengan karbohidrat, perbandingan oksigen sangat rendah.

Tanaman	% lemak dalam Biji
Kelapa	5
Kacang tanah	40-50
Flax (rami)	30-35
Kedelai	15-20
Kapas	15-20
Jagung	5

Dalam biji terdapat perbandingan terbalik antara jumlah karbohidra dan jumlah lemak. Jumlah lemak dalam biji dapat diubah dengan seleksi. Suatu seleksi jangka panjang pada jagung telah menghasilkan beberapa varietas dengan kadar kandungan lemak tinggi (zaitun, avokad) juga memiliki kandungan lemak tinggi.

perbedaan yang terdapat diantara lemak berkaitan dengan jenis dan susunan asam lemaknya. Molekul asam lemak bervariasi panjangnya (12-26 C) dan derajat kejenuhan hidrogennya, yaitu jumlah ikatan rangkap. Tingkat kejenuhan rantai memengaruhi kestabilan dan kekerasan lemak. Perbedaan antara minyak dan lemak hanyalah pada keadaan suhu kamar.; apakah zatnya padat atau cair.

Minyak memiliki sejumlah besar ikatan rangkap. Minyak tanaman dapat diubah menjadi bentuk lemak dengan penambahan hidrogen (**hydrogenation**).

Lemak tidak larut dalam air, dan perlu dicerna agar dapat digunakan tubuh. Pencernaan memisahkan asam lemak dari gliserolnya. Letak terkaitnya asam lemak pada gliserol memengaruhi ketercernaan, karena asam lemak yang terkait di tengah paling akhir diputus atau tidak terpecah sama sekali. Ketercernaan lemak bergantung juga pada panjang molekul asam lemak; yang berantai pendek paling mudah tercerna.

Lemak sumber energi yang paing padat, selalu mendapat nilai tinggi sebagai sumber pangan. Beberapa aam lemak adalah esensial. Yang paing penting adalah **asam linoleat**, suatu asam lemakC-18 tak jenuh, dengan ikatan rangkap yang aktif pada karbon 9 dan 12. lemak dapat membantu absorpsi vitamin-vitamin tertentu ( vitamin A, vitamin D) yang larut dalam lemak, dan dapat memberikan rasa kepuasan (kenyang) sesudah makan.

### ***Protein***

dari bahan kehidupan. Di samping air, protein merupakan bahan yang berlimpah dalam tubuh kita, berjumlah sampai separuh bobot kering. Protein merupakan sesuatu yang mencirikan produk hewan. Kalau selulosa tidak dihitung (ditambah lignin pada tanaman kayu), protein juga merupakan bagian terbesar dari bobot kekring kebanyakan sel-sel tanaman.

Protein merupakan molekul kompleks yang tersusun dari asam amino dengan beragam kombinasi. Asam amino, satuan dasar dari protein, disentesis dalam tanaman (dan mikroorganisme) dari fragmen-fragmen karbohidrat dan dari unsur N ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Walaupun protein berisi karbon , hidrogen, dan oksigen, nitrogenlah yang merupakan unsur yang mencirikan. Karena sebagian besar protein rata-rata mengandung 16 persen N, kandungan N dengan pangan diduga dengan mengalikan kandungan N dengan faktor 6,25. Sebagai tambahan, penggunaan protein dapat dipelajari dengan pengukuran N yang masuk dan yang

meninggalkan tubuh. Dari unsur esensial, sulfur ditemukan dalam dua asam amino; unsur esensial dapat ditemui dalam protein dalam jumlah kecil.

Setiap asam amino mengandung gugusan karboksil (-COOH) dan gugusan amino (-NH<sub>2</sub>). Walaupun terdapat banyak asam amino, hanya kira-kira 20 buah yang terdapat dalam protein. Asam amino yang berbeda dama jumlah atom karbon dan gugusan-gugusan amino dan karboksi membentuk ikatan **peptida**. Protein dapat didefinisikan sebagai suatu grup asam amino terikat bersama-sama oleh ikatan-ikatan peptida. Molekul dari protein dapat berukuran besar sekali. Bonot molekul (BM) gliadi (salah satu protein gandum) adalah 27.000 dan glutenin (protein gandum lainnya) adalah jutaan.

Banyak terdapat beberapa jenis protein. Dalam tanaman, protein biasanya digolongkan atas dasar asalnya. Protein biji merupakan bentuk cadangan utama.

Protein yang terdat dalam endosperm gandum (gluten) merupakan yang bertanggung jawab atas sifat keelastisan, seperti sifat yang mencirikan adonan. Protein dalam jaringan tanaman terutama berada dalam sitoplasma dan kloroplas. Nukleoprotein, protein yang berisi nukleat, membentuk rangka kromosom. Enzim-enzim yang merupakan bahan pengatur pokok dari makhluk hidup juga merupakan protein.

Hewan lebih memerlukan asam amino daripada protein per se. Karena, tidak dapat menyintesis semua amino, hewan akhirnya tergantung pada tanaman atau mikroorganisme untuk bahan yang tidak dapat mereka sintesis. Sapi, biri-biri, dan domba dapat memperoleh asam amino dari bakteri yang berada di perut besarnya, dan dengan cara ini mereka dapat hidup dengan diet dari karbohidrat yang dimurnikan dengan persenyawaan nitrogen sederhana. Karena itu, hewan mampu memproduksi air susu dari selulosa tongkol jagung dengan urea dan garam-garam ammonium sebagai sumber nitrogen.

Karena protein berbeda dalam hal jenis perbandingan asam aminonya, maka protein berbeda-beda nilai gizinya. Protein disebut bermutu tinggi bila menyuplai keseimbangan asam-asam amino esensial secara baik, dan kesimbangan ini

diperlukan dalam dalam waktu bersamaan. Tikus yang diberi asam-asam amino secara berurutan dengan waktu selang tiga jam tiap hari, tikus tersebut tidak dapat tumbuh.

Pada saat protein dicerna, enzim-enzim khas dalam saluran pencernaan memecah rantai peptida. Asam amino disusun kembali dalam jaringan untuk membentuk protein baru yang diperlukan spesies tertentu. Asam amino yang tertinggal tidaklah disimpan, tetapi dibebaskan dari gugus aminonya oleh hati. Molekul sisanya digunakan untuk melengkapi energi atau diubah menjadi lemak dan disimpan. Demikianlah halnya pada orang-orang yang dietnya kekurangan energi bila digunakan sebagai sumber asam amino, tetapi dipecah untuk lebih dahulu melengkapi kebutuhan energi.

Banyak protein hewani sebagai peng manusia memiliki nilai biologi lebih besar daripada protein dari suatu sumber tanaman tunggal. Hal ini karena pilihan dan perbandingan asam amino dalam protein hewani serupa dengan yang dibutuhkan dalam diet manusia.

Biji serealia rupanya relatif rendah dalam kadar lisin (lysine), demikian pula dalam **metionin** dan **triptofan**, sedangkan protein dari biji-biji yang berisi lemak rupanya rendag dalam asam-asam amino yang mengandung sulfur, yaitu **sistein** dan **metionin**. Protein tanaman juga cenderung sukar dicerna. Walaupun protein biasanya ditemui dalam konsentrasi lebih rendah pada tanaman dibandingkan hewan, tingkatkan protein lebih rendah pada tanaman dibandingkan hewan, tingkatkan protein yang cukup dapat diberikan dengan pencampuran yang cerdas dari sumber-sumber protein tanaman yang berbeda. Dalam melengkapi diet manusia yang tidak menggunakan protein hewani perlu diperhatikan jenis-jenis tanaman yang khusus mengandung metionin, triptofan, dan lisin. dalam kandungan tinggi (bayam, daun singkong, kedelai, katuk, kuaci, dan lain-lain). Selanjutnya telah didapati bahwa komposisi bahan protein tanaman dapat diperbaiki. Gen *opaque-2* pada kromosom jagung sangat meningkatkan nilai biologi protein jagung dengan menaikkan kandungan **lisin** dan **triptofan**. Di

samping itu, kita dapat menambah satu dua asam amino pada pangan yang sedang diolah, seperti yang terjadi pada **premix**.

Secara kolektif, protein merupakan komponen utama bahan kehidupan. Setelah air, protein merupakan bahan yang paling banyak dijumpai dalam tubuh kita, dapat mencapai separauh bobot kering. Protein merupakan molekul kompleks yang terbentuk dari kombinasi beragam asam amino. Asam amino yang merupakan dasar protein disintesis dan fragmen karbohidrat dan dari nitrogen dalam ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ). Di bagian lain telah dikemukakan ada 20 jenis asam amino yang berbeda-beda kadarnya dalam produk tanaman.

Sebagai pangan, umumnya protein berada dalam keadaan kekurangan di dunia. Protein merupakan zat gizi pokok yang paling berharga dan paling mahal. Masalah pangan yang dihadapi dunia terutama dalam hal ketidakcukupan protein. Ketidakcukupan protein dalam diet kanak-kanak dapat membawa ke sindrom defisiensi (kekurangan) yang dicirikan oleh penghambatan pertambahan (kwashiorkor) kwashiorkor berasal dari Afrika, berarti anak yang ditelantarkan, tidak diberi susu ibu karena *kesundulan*, sekarang biasan disebut PCM (*Protein Calorie Malnutrition*) atau KKP (*Kekurangan Kalori dan Protein*).

### **Vitamin**

Hubungan antara diet dan penyakit sudah lama diketahui. Data menyembuhkan dari hati untuk penyakit buta malam sudah dicatat oleh Hipocrates. Penggunaan air jeruk oleh pelaut-pelaut Inggris untuk mencegah **scurvy** (atau sariawan) telah ditelusuri atas anjuran James Lind pada tahun 1757 tentang nilai kegunaan buah-buahan dan sayuran segar. Pada 1912, Holpkins dan Funk menduga bahwa penyakit tertentu pada manusia, seperti beri-beri, *richet*, *scurvy* disebabkan oleh ketidadaan bahan-bahan bergizi dalam diet. Bahan ini disebut **vitamines** (= *vital amines*) karena persenyawaan awal yang diketahui adalah **amine**. Ketika didapati bahwa masih ada bahan-bahan lain yang terlibat, istilah *vitamin* (tanpa e) masih

dipertahankan, untuk menunjuk faktor-faktor pertumbuhan esensial yang diperlukan dalam jumlah sangat kecil.

Sejak itu, banyak vitamin-vitamin esensial ditemukan. Walaupun fungsi beberapa vitamin telah diketahui, banyak yang telah diperlihatkan sebagai enzim dan koenzim, yang diperlukan untuk berfungsinya enzim-enzim tertentu lain. Vitamin-vitamin digolongkan tata yang **larut dalam lemak** (A, D, E, dan K) dan yang **larut dalam air** (B kompleks dan C), serta sering dipertelekan dalam istilah-istilah sebagai akibatnya bila kekurangan. Misalnya kekurangan vitamin C berakibat pada gugurnya gigi dan pecah serta meradangnya jaringan mulut; sindrom ini disebut **scurvy** (sariawan).

Masalah gizi buruk karena kekurangan vitamin sering merupakan akibat ketidaktahuan ataupun keadaan ekonomi. Misalnya, kekurangan vitamin A (defisiensi vit. A) yang sering didapi di daerah tropika, walaupun di sana dengan mudah tersedia tanaman-tanaman lokal yang dapat digunakan, seperti daun-daun hijau, tapi tidaklah dimanfaatkan karena pilihan bahan makanan. Kekadaan kekurangan vitamin A dapat lebih tegas terlihat apda musim saat terdapat banyak makanan dan sebaliknya pada musim saat keadaan kekurangan pangan yang dahsyat bila orang-orang terpaksa mamakan bahan makanan apa pun yang kurang disukai, tetapi sesungguhnya kaya akan vitamin A, malah tidak terjadi wabah kekurangan vitamin A.

### ***Mineral***

Sembilan puluh enam persen bobot manusia terbentuk dari empat unsur :O, C, H, dan N. Sisanya terdiri dari unsur-unsur esensial yang dapat diholngan dalam unsur makro (Ca, P, K, S, Na, Cl. dan Mg) dan unsur-unsur mikro ( Fe, Mn, Cu, I, dll). Unsur terbanyak yang dibutuhkan adalah Ca dan P (70 % dari bobot abu), terutama untuk kanak-kanak. Defisiensi unsur mikro jarang terjadi , yang sering hanya pada lod (yodium) yang menyebabkan penyakit gondok.

### ***Diet dan Susunan Menu***

zat gizi dan bahan-bahan kaya energi dapat dikonsumsi dalam segala bentuk. Namun, kebanyakan dari kita mempunyai pola makan yang mencangkup pangan pilihan tertntu. Pola konsumsi pangan merupakan akibat dari banyak faktor ekonomi, teknologi, geografi, dan kebudayaan.

### ***Pangan sebagai Sumber Energi***

Pangan harus dapat menyuplai bahan bakar untuk mesin hidup (tubuh). Kebutuhan energi bergantung pada ukuran mesim dan tugas kerja yang dilakukan. Energi kimia potensial dalam pangan yang dinyatakan dalam kalori diperoleh dnegan membakarnya dan mengukur panas yang dikeluarkan. **Ini dilakukan pada alat *bomb calorimeter*.**

Untuk sejumlah pangan, kalori yang dapat digunakan tubuh tidak sebanyak yang ditunjukkan oleh kalorimeter karena sebagian pangan tidak tercerna, sebagai lagi mungkin disimpan dalam tubuh, dan beberapa komponen (terutama protein) tidak dioksidasai secara sempurna dalam tubuh.

Lemak dan karbohidrat dalam tubuh dimetabolisasi menjadi karbodioksida, air, dan panas; protein meninggalkan sisa yang dibuang lewat air kencing.

**Metabolisme basal** Menunjukkan pada jumlah energi yang digunakan untuk semua proses vital (mekanisme pernapasan, pengeluaran panas, dll) di bawah lingkungan yang seragam. Walaupun metabolisme basal berbeda menurut ukuran tubuh dan jenis kelamin, besarnya cenderung sama bagi orang-orang yang berukuran sama, berbeda hanya 5-10 persen. Setiap perubahan yang ekstrem dari metabolisme basal menunjukkan gangguan metabolisme secara **patologi**, seperti kelenjar tiroid yang sangat aktif atau kurang aktif.

Kebutuhan energi yang dibutuhkan untuk metabolisme basal gantung pada kegiatan otot dan lingkungannya. Di samping kegiatan otot memerlukan energi, tubuh harus menmbuang panas yang timbul oleh sistem pembakaran pangan. Di bawah suhu yang nya- manusia (21 ° C), kira kira tiga perempat panas yang hilang akibat radiasi dan konduksi dan seperempatnya akibat penguapan dan pengeluaran keringat. Pada cuaca panas dan lembap, lebih banyak energi yang dibutuhkan untuk kerja yang sama karena semua panas harus dihilangkan dengan berkeringat-suatu proses yang memerlu- k..n energi Dalam cuaca dingin kita dapat menghangatkan diri dengan bersenam. Panas juga dapat diproduksi dengan tak sadar, seperti pada gerakan refleks yang kita sebut menggigil.

Kebutuhan kalori tergantung kegiatan. Kebutuhan pria dewasa untuk orang Barat ditentukan sebesar 2.500-3.000 kilo kalori se- hari. Untuk Indonesia, telah terkalahkan dan dari pembaharuan LIPI (ta- hun 1978) adalah **sebesar 2.100 kilo kalori Angka Kecukupan Gizi** (AKG) 20 tahun berikutnya (taaun 1998) naik, menjadi **2.200 kilo** kalori dan 248 g protein per orang per hari. Angka Kecukupan Gizi yang terbaru dari Departemen Kesehatan (AKG 2013) indikator: rata-rata kecukupan energi dan protein nasional adalah 2.150 kilo kalori, dan 57 g protein per hari, dengan protein hewani 25%. AKG 1998 mencakup energi, protein, 11 vitamin, 6 mineral, AKG 2013 lebih mencakup mencakup energi, gizi makrovitamin, dan 13 mineral.

Kebutuhan energi pertama-tama dicukupi dari pangan yang dima- kan atau cadangan dalam tubuh. Pengeluaran energi yang berlebih- an dibandingkan yang diterima akan dilengkapi dari suku cadang- an, atau bahkan dari jaringan badan. Respons jangka pendek pada keadaan ini adalah kekurangan berat badan. Jika lebih lama terkena kekurangan pangan berenergi akan berakibat menurunnya vitalitas, baik fisik, dan akhirnya kematian. Kebutuhan kita akan energi merupakan dasar dari rasa lapar. Nafsu makan dalam kebanyakan orang yang mengatur keseimbangan antara pengambilan. dan pengeluaran energi. Bila

pengambilan melebihi pengeluaran, tubuh menyimpan energi dalam bentuk lemak.

Dari pandangan ilmu gizi komponen penting dari diet hanyalah kalori, protein, vitamin, dan mineral. Perbedaan perbedaan susunan menu menunjukkan cara kebutuhan kebutuhan tersebut Akhirnya, kunci yang memegang peranan pada suplai pangan adalah orang yang menguasai tanah per jiwa dan tingkatan teknologi dari negara yang transportasi..

Kebutuhan energi telah dipenuhi oleh penemuan pertanian. Ta naman tanaman tertentu mampu menghasilkan output kalori tiap hektar sangat tinggi dalam bentuk yang dapat dimakan, termasuk serealia (gandum, padi, jagung), kentang, singkong dan tebu. Kebutuhan protein juga dapat dipenuhi dengan banyak jalan. Se cara ekonomi dapat dikemukakan bahwa semakin jauh manusia berada dari tanaman dalam rantai pangannya, semakin mahal pangannya. Hanya ada surplus tanah dan teknologi yang cukup untuk eksplorasinya, manusia dapat melengkapi Kemewahan dengan mengubah biji bijian menjadi daging.

Penggunaan protein asal hewan selalu menarik. Ada dasar biologi yang kukuh untuk ini karena protein hewani adalah lengkap. Artinya, protein hewan mengandung seluruh delapan atau sembilan asam ami no dalam jumlah yang kebutuhan kita Mutu bagus dari daging yang sangat berfaedah juga mencakup kandungan mineral dan vitaminnya. Ini tecermin pada pilihan orang pada daging, terutama dalam kombinasinya dengan lemak. Dalam kombinasi ini protein dan energi dilengkapi bersama akan tetapi pernah diuraikan protein hewan sangatlah mahal bila diperhitungkan dalam efisiensi perubahan energi.

Bila daging mahal, akibatnya manusia akan beralih dari hasil tanaman yang dulunya untuk makanan ternak; jarang terancam kelaparan. Kekurangan produksi pertanian hanya memengaruhi perubahan susunan menu. Di bagian-bagian dunia yang terdapat tekanan populasi pada sumber-sumber tanah, protein hewani hanya memenuhi kebutuhan sekelompok kecil, sedangkan pangan dari

tanaman hampir semuanya dikonsumsi manusia. Jika terjadi kekurangan produksi, wabah kelaparan akan mudah timbul.

### 3.3 Masalah Pangan di Indonesia

Masalah gizi pokok yang ditemui di Indonesia, adalah

1. konsumsi kalori yang rendah:
2. konsumsi protein yang rendah, terutama protein hewani.
3. kekurangan vitamin A,
4. penyakit gondok secara endemik.

Tiga masalah yang pertama dapat dan harus diatasi dengan produksi tanaman.

Masalah pertama disebabkan oleh kekurangan bahan pangan, sedangkan yang ketiga pangan karena kekurangan daun hijau, yang sebenarnya banyak terdapat di sekitarnya, ini karena kurangnya makanan. Di samping kekurangan vitamin A yang dapat menimbulkan penyakit *Xerophthalmia* dan buta, sering ditemui kekurangan zat besi (**anemia zat besi**).

Dari suatu survei lapangan yang meluas oleh tim Prof.Sajogyo (IPB) di delapan provinsi di Indonesia, didapati bahwa konsumsi rata-rata kalori dan protein pada 1973 (musim paceklik) adalah 1.528 ka lori dan 42,8g protein per hari (hanya 8,3 g protein hewani), angka yang berhenti terdapat di Jawa, yaitu sebesar 1.404 kalori dan 37,8 g protein (hanya 4,5 g protein hewani) Tingkat yang paling baik ditemui di Sumatra dengan konsumsi rata-rata 1.700 kalori dan 47, 5 g protein (13,9 g protein hewani). Bandingkan keadaan ini dengan keadaan negara lain pada Gambar 16. Hasil survei tersebut menunjukkan adanya defisiensi kalori pada 74 persen contoh keluarga, dan sebesar 51 persen yang mengalami defisiensi kalori dan protein.

Padahal lima tahun sebelumnya Saran Persyaratan Pangan (SPP) untuk orang Indonesia menurut **LIPI (1968)** adalah sebagai berikut:

Konsumsi Total	Jumlah
Serealia	875 gram
Umbi dan Akar-akaran	350 gram
Kacang Panjang	150 gram
Daging dan Unggas	40 gram
Ikan	20 gram
Susu	60 gram
Buah dab sayuran	5 gram
Gula	200 gram
Lemak dan Minyak	25 gram

Bila diperhitungkan, saran tersebut jauh lebih baik dari masa- lah yang dikemukakan hasil survei Prof. Sajogyo. Sementara saran untuk mencukupi zat gizi untuk Indonesia yang lebih baru (LIPI, 1978) adalah sebagai berikut:

	<b>Energi (Kalori)</b>	<b>Protein (g)</b>
Bayi	900	20
Anak Prasekolah	1305	24
Anak sekolah	1960	36
Orang deasa (P)	2500	51
Orang dewasa (W)	1810	40
Wanita hamil	2100	48
Wanita menyusui	2280	63

Apabila tidak ada usaha serius dan kerjasama erat antara instansi Pemerintah, kondisi kurang energi akan meluas seperti kekhawatiran Presiden Soekarno pada tahun 1952 (lihat Bab I) dan hasil survei 1973 Prof. Sajogyo, maka kondisi akan semakin parah.

### 3.4 Penyimpanan dan Pengolahan Pangan

Walaupun kebutuhan pangan berkelanjutan-terus menerus sepanjang tahun, tidak demikian dengan produksinya. Pertumbuhan kebanyak- tanaman pertanian terbatas pada siklus musim, dan pada daerah tertentu panenan menjadi tersedia hanya sekali. Hampir di semua penjuru dunia terdapat saat di mana tanaman tidak mau tumbuh (musim dingin di daerah beriklim sedang dan musim kemarau atau banjir di daerah tropika). Untuk menjamin suplai tetap tanpa mengalami pengembaraan (nomadisme) perlulah usaha menyimpan dan mengawetkan pangan. Ada beberapa cara penyimpanan atau pengawetan pangan, diantaranya:

1. Penyimpanan hasil-hasil yang mudah rusak (buah-buahan dan sayuran segar). Tanaman hidup mengalami kemunduran karena respiration dan kehilangan banyak udara. Penyimpanan jangka pendek tanpa perubahan bentuk besar-besaran dapat dilakukan dengan pembinaan lingkungan: suhu, kelembapan, tingkat oksigen, dan kadar CO<sub>2</sub>.
2. Pengolahan (*processing*) pangan: pengawetan pangan untuk jangka panjang dapat dicapai melalui proses-proses kimia dan fisik yang mensterilkan pangan agar tak dapat ditumbuhi mikroorganisme. Proses ini pengeringan, pengalengan, pembekuan, penggunaan bahan pengawet (garam, cuka dan lain-lain), dan iradiasi.

Sesuatu yang menarik dikemukakan oleh beberapa ahli bahwa di daerah produksi padi ditemukan banyak kekurangan vitamin A dan anemia besi. Kanak-kanak yang menunjukkan gejala bintik Bitot 'lebih banyak ditemui' di kota yang makanan pokoknya hanya beras dibandingkan di desa dengan makanan pokok singkong. Juga didapati adanya perbedaan jumlah yang terserang secara musiman: pada masa panen, lebih banyak ditemui kekurangan vitamin A, dan pada musim paceklik menghilang. Karena petani padi memikul tugas dalam memberi makan penduduk, terutama untuk orang-orang kota dan pegawai, masalah kelengkapan zat gizi dalam susunan menunya harus lebih diperhatikan.

### **3.5 Memenuhi Kebutuhan Pangan Dunia**

Sebagian besar wilayah di dunia diperkirakan kurang setengahnya dan Indonesia termasuk ke dalamnya mengalami kurang makan dan gizi. Lebih-lebih situasi terakhir ini semakin buruk karena adanya ledakan jumlah penduduk dan krisis energi (Gambar 18) makan yang mencukupi untuk populasi dunia dewasa ini saja (lebih dari 7,5 miliar pada 2018) sudah merupakan masalah besar, apalagi dengan populasi dua kali lipat yang diperkirakan akan tercapai pada tahun 2050. Karena penyebaran umur penduduk dewasa ini dan faktor-faktor lain, populasi dunia pasti akan terus meningkat pada beberapa dasawarsa yang akan datang.

Paling-paling hanya peningkatan laju penduduk yang dapat dilambatkan. Karena itu, pengelolaan terbaik untuk masalah gizi penduduk dunia adalah dengan kedua aspek, yaitu pengaturan populasi dan peningkatan suplai pangan. Kalau terdapat kegagalan tak dapat dibayangkan bencana yang akan menimpa dunia.

Saran untuk menambah produksi pangan dunia dapat diringkas: **menambah areal, menciptakan pangan baru, keefisienan produksi yang lebih besar**. Namun, saran kesederhanaan ini mengabaikan masalah yang serius dari masing-masingnya. Karena itu perlu ditinjau potensi dan batas masing-masing secara hati-hati.

### ***Mengembangkan Tanah Produktif***

Biasanya tempat-tempat dengan populasi padat juga merupakan daerah yang produktif. Penduduk telah berkembang secara cepat hingga melebihi kesanggupan daerah tersebut yang dulu pernah dengan mudah menyokong penduduknya. Daerah-daerah yang akan dibuka biasanya kurang cocok untuk pertanian, kecuali teknologi modern dapat digunakan secara masif untuk mengatasi kekurangannya.

Di antara kekurangan daerah yang belum dibuka ter sebut adalah **kesuburan tanah yang rendah, kelebihan atau kekurangan curah hujan, wilayah atau iklim yang tidak cocok**. Mem- buat tanah-tanah semacam itu menjadi produktif dalam pertanian sa- ngatlah mahal, dan pada banyak tempat merupakan hal yang menjadi larangan. Biaya pembukaan tanah kadang-kadang jauh lebih mahal dari nilai tanaman untuk masa beberapa tahun.

Kalau hanya produksi yang merupakan tujuan yang lebih efisien dengan meningkatkan hasil dari tanah-tanah yang telah diusahakan. Tambahan pula, karena tanah yang tidak digunakan biasanya berada jauh di luar daerah berpopulasi, distribusi hasilnya akan menjadi ma- salah besar. Eksplotasi daerah baru tidak selalu berarti penyelesaian masalah pangan. Di Indonesia, upaya transmigrasi masih tetap merupakan usaha yang harus ditekuni dan diperbaiki.

### ***Pangan Baru***

Banyak ilmuwan dengan cepat menunjukkan sumber-sumber pangan yang lebih efisien tersedia yang tinggal dieksplotasi . Pembiakan mikroorganisme atau tanaman air seperti klorela, atau ekstraksi protein tanaman makanan ternak, atau fermentasi dari fraksi minyak bumi, tanaman akan lebih efisien-paling sedikit teori-teori sumber- sumber pangan dewasa ini.

Pembiakan mikroorganisme membutuhkan ruang lebih sedikit, tidak tergantung pada iklim dan dapat berlangsung secara cepat. Penggunaan petroleum untuk biakan mikroorganisme merupakan kemungkinan yang nyata. Bahan 1,3-butanediol, bahan kimia industri yang murah berasal dari gas alam, dapat diproduksi dalam jumlah besar. Zat tersebut sangat mudah tecerna, dan merupakan sumber energi yang baik. Keberatannya adalah baunya. Sedang dicoba untuk makanan ternak. Masih perlu beberapa masalah yang ditemui dalam introduksi pangan semacam ini.

Keanehan dalam menciptakan pangan baru adalah karena penerimaan (acceptance) di negara-negara yang telah maju, bahkan lebih cepat. Padahal Negara-negara maju justru tempat yang sesungguhnya paling tidak membutuhkan. Misalnya di Amerika Serikat, hasil-hasil kedelai telah menggantikan produk susu (mentega, whippedcream, es krim) dan protein kedelai telah mendapat pasaran sebagai pengikat daging. Ham dan ayam sintetis telah dipasarkan. Penambahan vitamin pada produk-produk seperti roti, susu, makanan sarapan, minuman-minuman sudah umum dan telah menjadi resmi. Aceeptability atau sikap penerimaan dari pangan baru mudah terjadi jika pangan tersebut diterima pangan yang biasa digemari.

Dalam introduksi pangan yang baru dan bermutu, kadang-kadang timbul masalah edukasi yang tidak sedikit memakan biaya. Pendekatan lain dapat pula dengan menggunakan tanaman yang lebih murah atau ikan untuk memperkaya produk-produk yang kurang bernilai gizi. Akan tetapi, bila pangan datang dari luar daerah berkekurangan (minus), biaya pengepakan, distribusi dan pengembangan dapat tidak terlalu mahal untuk daerah yang betul-betul membutuhkannya.

### ***Perbaikan Teknik Pertanian***

Kenaikan produktivitas yang telah diperoleh hanya dengan menggunakan teknik baru pada sistem pertanian dewasa ini dan menggunakan lahan yang kini sedang diusahakan. Produksi pangan harus dinaikkan tepat di daerah-daerah konsumsi.

Tentu saja kesulitan-kesulitan ekonomi dalam pendekatan ini tak dapat diabaikan. Misalnya telah diperkirakan kapasitas industri pupuk buatan perlu dilipatgandakan bila produktivitas tanaman perlu lipat dua. Demikian juga dengan keperluan industri penyimpanan dan pengawetan pangan. Pelaksanaan tujuan ini sangat membutuhkan investasi modal besar. Tambahan perkembangan pulau-perkembangan yang telah menaikkan produksi di daerah beriklim sedang masih adaptasi dengan keadaan di daerah tropis, tempat banyak terdapat kekurangan pangan.

Yang paling penting adalah teknologi pay-off-technology yang dapat memberikan hasil segera. Hal ini perlu karena petani-petani tak punya kelebihan modal untuk risiko, Hal-hal ini sering diabaikan dan sedikit dipikirkan. Teknologi jenis ini, bila tidak dapat ditemukan di daerah penggunaan, haruslah disempurnakan dan diadaptasi di daerah penggunaan dari penemuan asal daerah lain. Jadi perlu penyempurnaan bersama-sama, baik teknologi maupun teknokratnya.

Masih perlu dicamkan bahwa pertanian merupakan sistem evolusi di mana satu perbaikan pada perbaikan lainnya. Pestisida baru, supaya efisien, membutuhkan perlengkapan sewaktu pemberian. Kenaikan produksi memerlukan tambahan kapasitas penyimpanan. Perkembangan pertanian tak mungkin dilakukan sepotong-sepotong.

Sering terdengar bahwa di negara-negara yang berkembang lebih mudah memperoleh industri baja modern pada sistem pertanian yang diffuse-menyebar pada areal luas dan mencakup seluruh populasi. Memperbaiki pertanian di negara berkembang mencakup seluruh struktur masyarakat masyarakat Pengembangan sistem pertanian modern tergantung banyak pada perbaikan pendidikan dan saluran komunikasi, yang sama pentingnya dengan perbaikan teknologi. Seluruh kesadaran dapat mengubah konsep pertanian dari sistem feodal yang ekstraktif ke dalam investasi perusahaan secara bisnis.

### **3.6 Kebutuhan Lain Manusia**

Selain sebagai bahan pangan, banyak komponen tanaman yang memenuhi kebutuhan manusia, sehingga dapat berharga mahal dan menjadi bahan komersial tidak hanya di kalangan lokal namun juga internasional.

Sejumlah besar senyawa organik (dari yang sederhana dan yang sangat kompleks) terbentuk di dalam tanaman: untuk cita rasa, misal kopi, minyak esensial, pigmen

dan vitamin; mungkin bahkan merupakan campuran bahan kimia berbagai jenis yang tidak ada hubungannya. Zat demikian secara khas hanya dihasilkan oleh tanaman- tanaman tertentu atau kelompok tanaman tertentu (misal karet, temu) yang harganya mahal.

### ***Asam Organik dan Alkohol***

Tanaman memproduksi aneka asam organik. Asam organik terdapat di berbagai macam alat dan biasanya menumpuk pada organ tertentu tanaman, seperti pada buah (asam sitrat pada jeruk, asam malat pada buah apel). Alkohol hanya berada dalam konsentrasi kecil dalam buah, dan biasanya berkombinasi dengan asam organik sebagai ester. Aroma dan rasa khas dari buah tertentu (misal durian, cempedak, dan lain-lain) disebabkan oleh kombinasi asam organik yang volatil, ester, dan senyawa lain seperti keton dan aldehida.

### ***Persenyawaan Aromatik***

Persenyawaan aromatik berlainan dengan persenyawaan karbon lurus (alifatik), strukturnya terdiri dari paling sedikit satu cincin benzena. Senyawa ini memiliki bau khas, karena itu disebut aromatik: vanili dan metilsalisilat merupakan penyebab aroma vanila dan salisilat. Persenyawaan fenolik yang volatil (turunan dari fenilpropan) yang menyebabkan ciri khas aroma kayu manis, klaver, dan parsley.

Komponen tanaman komersial penting, yaitu lignin dan tanin merupakan campuran kompleks aromatik dan bahan karbohidrat. Lignin (polimer asam fenolik) mengerasakan dinding menjadi material tidak elastis dan resisten terhadap dekomposisi mikroba. Tanin digunakan untuk menyamak kulit hewan (kata yang berasal dari kulit kayu pohon oak, atau jati belanda).

### Resin, Terpenoid dan Steroid

Contoh yang penting adalah minyak pepermint dan terpentin. Walau disebut minyak esensial namun bukan lipid. Suatu essence dibuat di kelenjar bagian tanaman tertentu. Essence merupakan suatu bahan yang beraroma dan penting secara ekonomi.

Steroid merupakan terpene siklik yang kompleks; dalam tanam yang tidak jelas fungsinya, tetapi untuk hewan (juga manusia) memiliki efek metabolism yang penting, seperti **kortison** (suatu hormon seks dan **vitamin D** merupakan steroid **Karatenoid** juga merupakan tetraterpene (pigmen kuning dan merah), yang terdapat pada berbagai jaringan tanaman yang berbeda, yaitu **karoten** dan **xanthophyll**.

Getah karet juga merupakan terpenoid yang berisi 3.000-6.000 unit isoprena. Banyak tanaman memilikinya, namun yang dapat dibudidayakan secara komersial hanya dengan pohon karet (Hevea brasiliensis) yang disadap lateksnya.

### Persenyawaan Nitrogen Non Protein

Nitrogen ditemukan dalam beraneka persenyawaan yang luas selain asam amino dan protein. Persenyawaan yang penting adalah nukleoprotein dan alkaloids (dibahas dalam Bab 8 Pembiakan Tanaman).

Alkaloid menunjuk pada basa organik. Fungsi berbagai alkaloid dalam tanaman yang jelas. Namun, berbagai zat tersebut bagi manusia berpengaruh fisiologi dan psikologis berguna untuk kesehatan, serta berharga mahal (Tabel 6). Karena itu, tanamannya dibudidayakan secara komersial.



**Tabel 6.** Asal dan Kegunaan Beberapa Alkaloid Tanaman

Alkaloid	Sumber Tanaman	Faedah
Atropine	<i>Kecubung (Datura stramonium)</i> <i>Atropa belladonna</i>	Membantu saluran pencernaan, memengaruhi sistem saraf
Caffeine	<i>Thea sinesis; Coffeea arabica;</i> <i>Ilex sp; Cola acuminata</i>	Merangsang sistem saraf pusat.
Cocaine	<i>Erythroxylon coca</i>	Anastetik; pereda sakit
Colchicine	<i>Cholchicum autumnale</i>	Merangsang penggandaan kromosom; mengurangi gejala gondok
Emetine	<i>Cephaelis ipecacuanha</i>	Efek emetine, pembunuh amoeba
Ephedrine	<i>Ephedra gerardiana</i>	Merangsang sistem saraf pusat, mengurangi pilek
Morphine	<i>Papaver somniferum</i>	Efek analgesik
Nicotine	<i>Nicotiana tobacum</i>	Insektisida
Quinine	<i>Cinchona spp</i>	Obat antimalaria; penenang jantung
Reserpine	<i>Rauwolfia serpentine</i>	Obat penenang
Strychnine	<i>Strychnos nux-vomica</i>	Racun; merangsang saraf pusat
Thebromine	<i>Theobroma cacao</i>	Perangsang, efek diuretik suatu stimulan
Yohimbine	<i>Pausinystalia yohimba</i>	Efek afrodisiak (nafsu)

Sumber: Janick (2001)