

Fisiologi Kehamilan

Endang Achadi

Departemen Gizi FKM UI

Fisiologi Kehamilan

- **Komponen pertambahan berat badan ibu hamil**
- **Perubahan Hormonal**
- **Perubahan payudara**
- **Plasenta dan Air ketuban**
- **Perubahan sirkulasi darah: volume darah, sel darah, sistem respirasi, sistem pencernaan, traktus urinarius**
- **Hematologi**
- **Metabolisme**
- **Perubahan Sistem pencernaan atau termasuk**
- **Imunologi**

Komponen pertambahan berat badan:

**Janin 25%; Plasenta 5%; Cairan Ketuban 6%;
Ibu sisanya**

- **Ekspansi volume darah : 10% dari total
pertambahan berat badan**
- **Pada keadaan tidak terjadi Edema (kecuali
kaki) : pertambahan cairan ekstrasvaskular
adalah sebesar 13% dari total kenaikan BB**
- **Selama kehamilan biasanya terjadi
penyimpanan lemak sebesar 3.5 kg pada
wanita yang BBnya naik sebesar 12.5kg**



UNIVERSITAS
INDONESIA

FAKULTAS

KESEHATAN
MASYARAKAT

Perbedaan komposisi PBBH pada seorang yg seorang bumil eropa utara normal sehat, dan seorang bumil misin dan kurang akan dari India

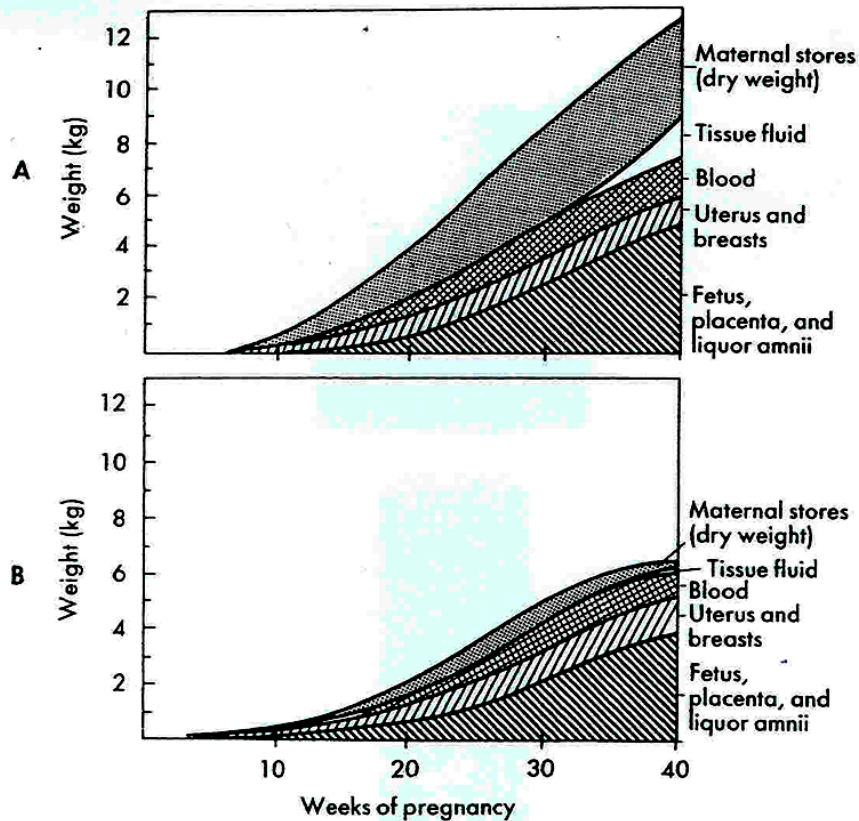


FIG. 3-4 Estimated composition of weight gain during pregnancy for a normal, healthy, Northern European woman (A) and a poor, underfed woman from India (B).

Modified from Hurley LS: *Developmental nutrition*, Englewood Cliffs, NJ, 1980, Prentice-Hall.

Komponen BB yang paling terpengaruh oleh status kesehatan dan gizi ibu adalah persediaan zat gizi ibu, cairan jaringan dan berat bayi



Pertambahan dan Komponen Pertambahan Berat Badan

FAKULTAS
KESEHATAN
MASYARAKAT

Pertambahan Berat Badan: 11-15 kg

0-10 minggu: 0.065 kg/minggu

10-20 minggu: 0.335 kg/minggu

20-30 minggu: 0.450 kg/minggu

30-40 minggu: 0.335 kg/minggu

Pertambahan BB lebih besar pd ibu usia lebih muda dan primigravida

Pengaruh progesteron sebabkan produksi lemak untuk simpanan kalori. Pada minggu 10-30 lemak bawah kulit meningkat (perut, punggung dan paha atas).



Pertambahan Berat Badan berdasarkan usia gestasi

Sejak usia kehamilan 15 minggu, kenaikan berat badan meningkat tajam

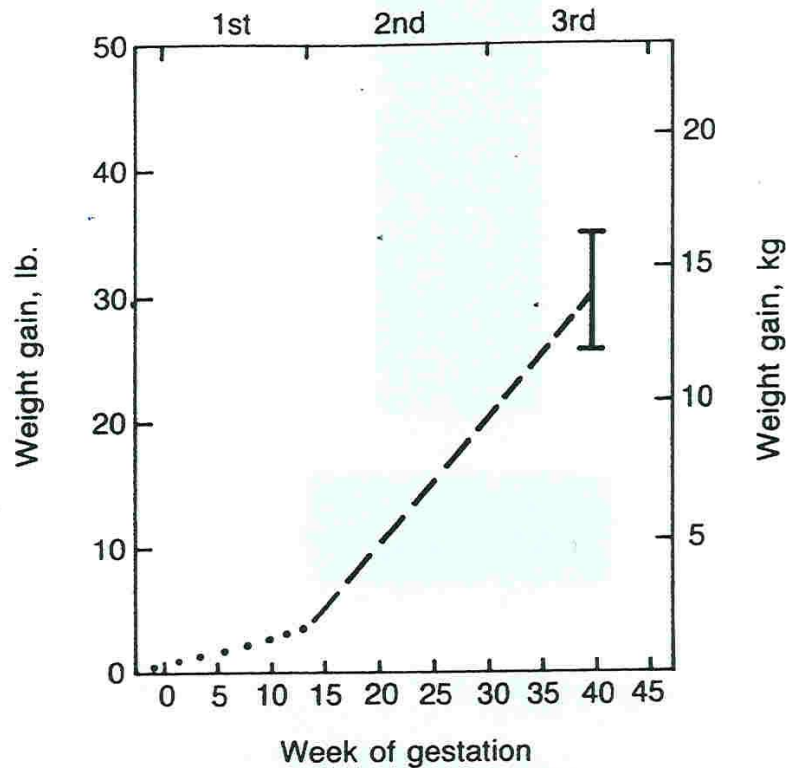


FIG. 3-7 Prenatal weight-gain grid for normal-weight women. Assumes 1.6-kg (3.5-lb) gain in the first trimester and remaining gain at a rate of 0.44 kg (0.97 lb) per week.

From Institute of Medicine: *Nutrition during pregnancy: weight gain and nutrient supplements*, Washington DC, 1990, National Academy Press.

Perubahan Hormonal: Progesteron

- **Sebabkan relaksasi otot polos:**
 - Uterus lbih mudah berkembang dg bertambah besarnya janin
 - Usus: motilitas menurun → konstipasi
 - Lambung: penimbunan asam lambung → “heart burn”
- **Deposisi Lemak Ibu**
- **Meningkatkan ekskresi Sodium.**
- **Mengganggu metabolisme Asam Folat (turun).**

Progesteron

- Menurunkan tekanan PCO₂ alveolar dan Arterial → memungkinkan pengangkutan CO₂ dari janin ke ibu, tetapi mengganggu pelepasan O₂ dari darah ibu ke janin → tp dikompensasi dg peningkatan 2,3-difosfatgliserat dlm eritrosit ibu sehingga pelepasan O₂ kepada janin juga meningkat.

1. Membantu pertumbuhan Uterus dan mengontrol fungsi uterus
2. Mengganggu metabolisme Asam Folat
3. Menurunkan protein serum
4. Efek hydroskopik → bersama-sama efek no. 3 sebabkan retensi air secara berlebihan di kulit (muka dan jari)
5. Mempengaruhi fungsi tiroid

Estrogen

HPL (Human Placental Lactogen):

Meningkatkan glukosa darah melalui pemecahan glikogen

HCT (Human Chorionic Thyrotropin):

Menstimulasi produksi hormon-hormon tiroid

HGH (Human Growth Hormon):

Meningkatkan glukosa darah
Stimulasi pertumbuhan tulang panjang
Meningkatkan retensi nitrogen

TABLE 3-2 *Hormonal Effects on Nutrient Metabolism in Pregnancy*

Hormone	Primary Source of Secretion	Principal Effects
Progesterone	Placenta	Reduces gastric motility; favors maternal fat deposition; increases sodium excretion; reduces alveolar and arterial PCO ₂ ; interferes with folic acid metabolism
Estrogen	Placenta	Reduces serum proteins; increases hydroscopic properties of connective tissue; affects thyroid function; interferes with folic acid metabolism
Human placental lactogen (HPL)	Placenta	Elevates blood glucose from breakdown of glycogen
Human chorionic thyrotropin (HCT)	Placenta	Stimulates production of thyroid hormones
Human growth hormone (HGH)	Anterior pituitary	Elevates blood glucose; stimulates growth of long bones; promotes nitrogen retention
Thyroid-stimulating hormone (TSH)	Anterior pituitary	Stimulates secretion of thyroxine; increases uptake of iodine by thyroid gland
Thyroxine	Thyroid	Regulates rate of cellular oxidation (basal metabolism)
Parathyroid hormone (PTH)	Parathyroid	Promotes calcium resorption from bone; increases calcium absorption; promotes urinary excretion of phosphate
Calcitonin (CT)	Thyroid	Inhibits calcium resorption from bone
Insulin	Beta cells of pancreas	Reduces blood glucose levels to promote energy production and synthesis of fat
Glucagon	Alpha cells of pancreas	Elevates blood glucose levels from glycogen breakdown
Aldosterone	Adrenal cortex	Promotes sodium retention and potassium excretion
Cortisone	Adrenal cortex	Elevates blood glucose from protein breakdown
Renin-angiotensin	Kidneys	Stimulates aldosterone secretion; promotes sodium and water retention; increases thirst



Perubahan pada Payudara

Estrogen: Menyebabkan hipertrofi sistem saluran

Progesteron: Menambah sel-sel Acinus

Somatomammotropin:

- Mempengaruhi pertumbuhan sel Acinus
- Menimbulkan perubahan dalam sel, sehingga terjadi pembuatan Casein, Lactalbumin & Lactoglobulin

Progesteron dan Somatomammotropin:

Mempengaruhi pembentukan lemak di sekitar Alveoli, sehingga payudara menjadi lebih besar



Perubahan pada Payudara

Minggu 12 kehamilan Kolostrum sudah mulai keluar dari kel Acinus

ASI keluar setelah Plasenta dilahirkan → karena pengaruh E/P/S sudah hilang, sehingga Hormon Prolactin mulai berfungsi

Plasenta & Air Ketuban

- Lengkap pada kehamilan 16 minggu, berat 500 gram
- Jumlah darah ibu yang mengalir di seluruh plasenta diperkirakan naik dari 300 ml pada minggu 20 menjadi 600 ml pada minggu 40
- Fungsi Plasenta:
 - a. Alat untuk memberikan makanan kepada bayi
 - b. Alat untuk mengeluarkan/ekskresi hasil metabolisme alat pernapasan
 - c. Membentuk hormon E/P/HCG (Human Chrionic Gonadotropin), Somatomammotropin
 - d. Menyalurkan Antibodi tertentu dari ibu (Variola, Diphteria, Polio, Campak, TT →dapat bertahan sampai usia bayi 4 bln)

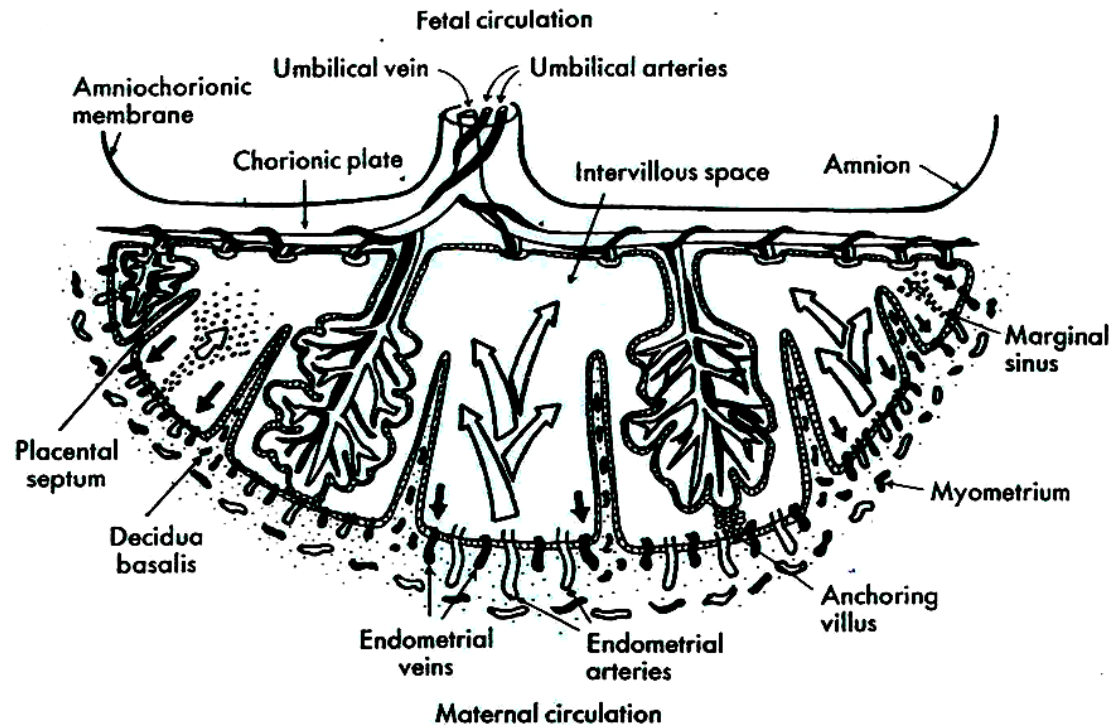


FIG. 3-8 Section through a mature placenta showing relationship of fetal placenta (villous chorion) to maternal placenta (decidua basalis), fetal placental circulation, and maternal placental circulation. Maternal blood is forced into intervillous space, and exchanges occur with fetal blood as maternal blood flows around villi. Incoming arterial blood pushes venous blood into endometrial veins, which are scattered over surface of maternal placenta. Umbilical arteries carry deoxygenated fetal blood to placenta, and umbilical vein carries oxygenated blood to fetus.

- Melalui placenta pertukaran terjadi antara sel darah merah ibu dan SDM janin
- Gizi ibu dapat mempengaruhi pertukaran oksigen melalui berkurangnya produksi Hb. Setiap 1 gr Hb membawa 1.34 ml oksigen. Dalam keadaan normal, dapat mengirim 16 ml oksigen per 100 ml darah ke placenta
- Plasenta juga dapat dilalui oleh kuman-kuman dan obat-obatan tertentu, demikian pula zat makanan



Pertukaran pernapasan dan ekskresi melalui placenta

KEMKES
KEMENTERIAN
KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

- **Placenta membuang metabolic waste. Placenta permeabel secara bebas thd CO₂, air, urea, creatinine dan asam urat**
- **Hiperventilasi pada ibu akan menurunkan PCO₂, sehingga pertukaran CO₂ dari janin bisa terjadi dengan difusi sederhana**
- **Urea, creatinine dan asam urat, pindah melalui placenta dg difusi dan transport aktif**

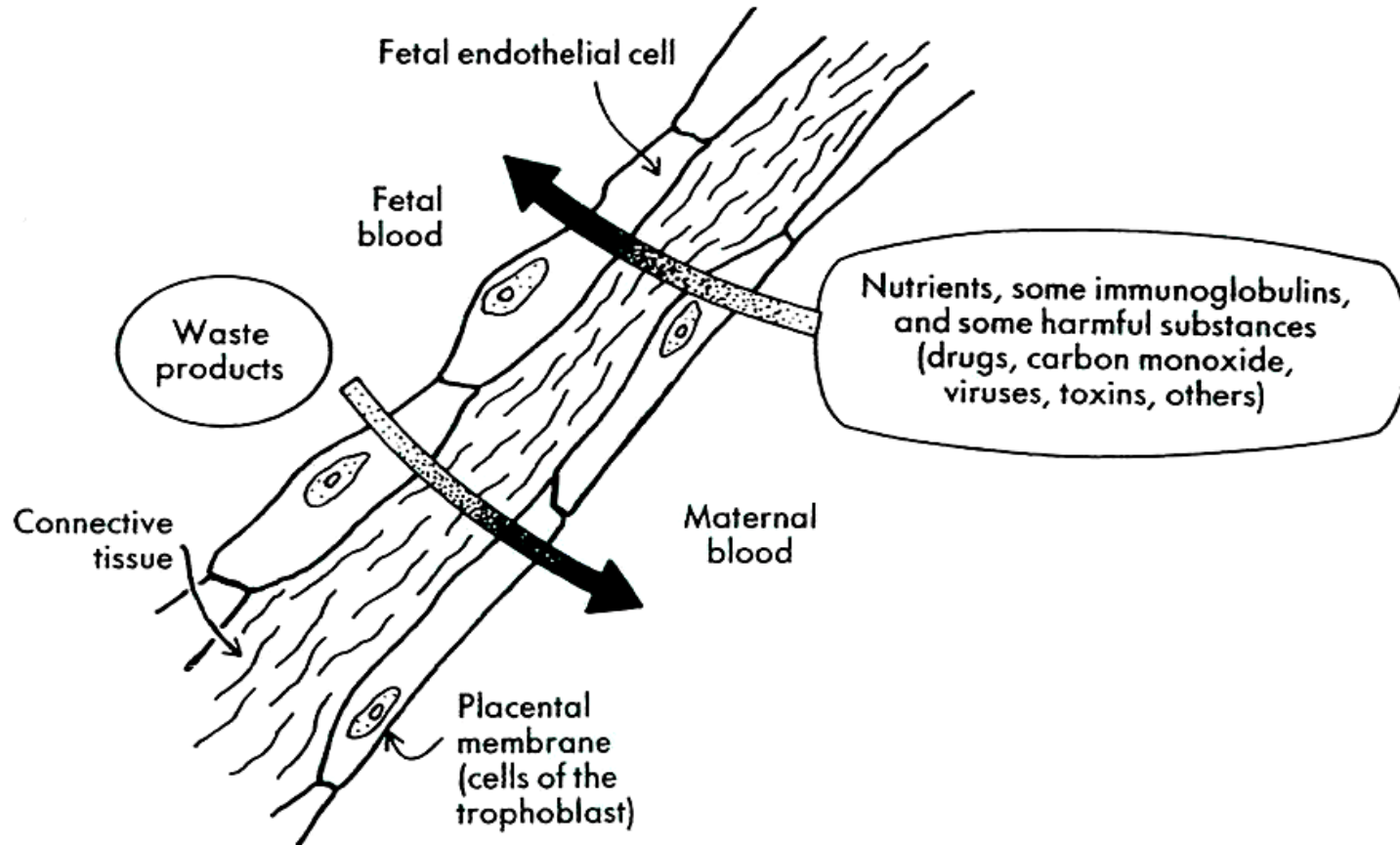


FIG. 3-9 Nutrients, waste products, and other transportable compounds must cross two layers of cells in process of movement through placenta.

Mekanisme transportasi melalui plasenta:

1. Difusi pasif: O₂, CO₂, As. Lemak, Steroid, Nucleosides, Elektrolit, Vit larut lemak
2. Difusi yg difasilitasi: Gula
3. Transportasi Aktif: As. Amino, Ca, Fe, Iodium, Fosfat, Vit yg larut dlm air
4. *Solvent drag*: elektrolit

Transport Mechanism	Substance Transported
Passive diffusion	Oxygen Carbon dioxide Fatty acids Steroids Nucleosides Electrolytes Fat-soluble vitamins
Facilitated diffusion	Sugars
Active transport	Amino acids Some cations (calcium, iron, iodine, phosphate) Water-soluble vitamins*
Solvent drag	Electrolytes

Most proteins do not cross the placenta since their molecular size is too large to allow penetration through the cells of the villi. This protects the fetus from acquiring harmful agents of high molecular weight, but it also means that the fetus must synthesize its own proteins from its supply of amino acids. An exception is the maternal im-

*At very high concentrations vitamin C has been shown to cross the placenta via diffusion.



Mekanisme hambatan pertumbuhan placenta & janin

Maternal Malnutrition



Pertambahan volume darah menurun



Peningkatan Cardiac Output tak adekuat



Aliran darah plasenta turun



**Ukuran placenta
berkurang**



Transfer Zat Gizi turun



Retardasi Pertumbuhan Janin



Perbedaan Karakteristik Plasenta berdasarkan dua SES

FAKULTAS
KESEHATAN
MASYARAKAT

TABLE 3-3 *Morphological Characteristics of Placentas from Two Socioeconomic Groups**

	Boston	Guatemala
Mass components (g per placenta)		
Fresh placental weight	571.4 ± 21.20	485.4 ± 18.34
Effective placental mass	338.8 ± 16.34	274.6 ± 13.86
Peripheral villous mass	167.6 ± 8.80	124.9 ± 7.64
Peripheral trophoblastic mass	57.4 ± 2.97	42.3 ± 2.71
Villous surface analysis (m²)		
Peripheral villous surface	16.09 ± 0.51	12.62 ± 0.64
Peripheral villous capillary surface	12.04 ± 1.29	8.06 ± 0.68

From Laga EM, Driscoll SG, Munro HN: Comparison of placentas from two socioeconomic groups: II. Biochemical characteristics, *Pediatrics* 50:33, 1972; Rosso P: Placental growth, development and function in relation to maternal nutrition, *Fed Proc* 39:250, 1980.

*Values given as means ± SEM. All differences are statistically significant ($p < 0.01$).

Liquor Amnii/Cairan Ketuban

- Pada saat aterm : 1500 ml
- Komposisi : Air 98%; Protein 0.23%; Sodium Chloride 0.62%; lain 0.32%



Perubahan Sirkulasi darah Sirkulasi Darah

FAKULTAS
KESEHATAN
MASYARAKAT

Volume darah bertambah 25% mulai minggu 12, mulai jelas pada minggu 16 dan mencapai puncaknya pada minggu 32 ---> terjadi *HEMODILUSI*

Terjadi peningkatan eritropoiesis (sel darah merah/SDM), tetapi hanya sepertiga dari peningkatan volume → Konsentrasi Hb dalam darah relatif lebih rendah (tetapi Hb untuk setiap SDM tetap) --> *ANEMIA FISIOLOGIK PADA KEHAMILAN*

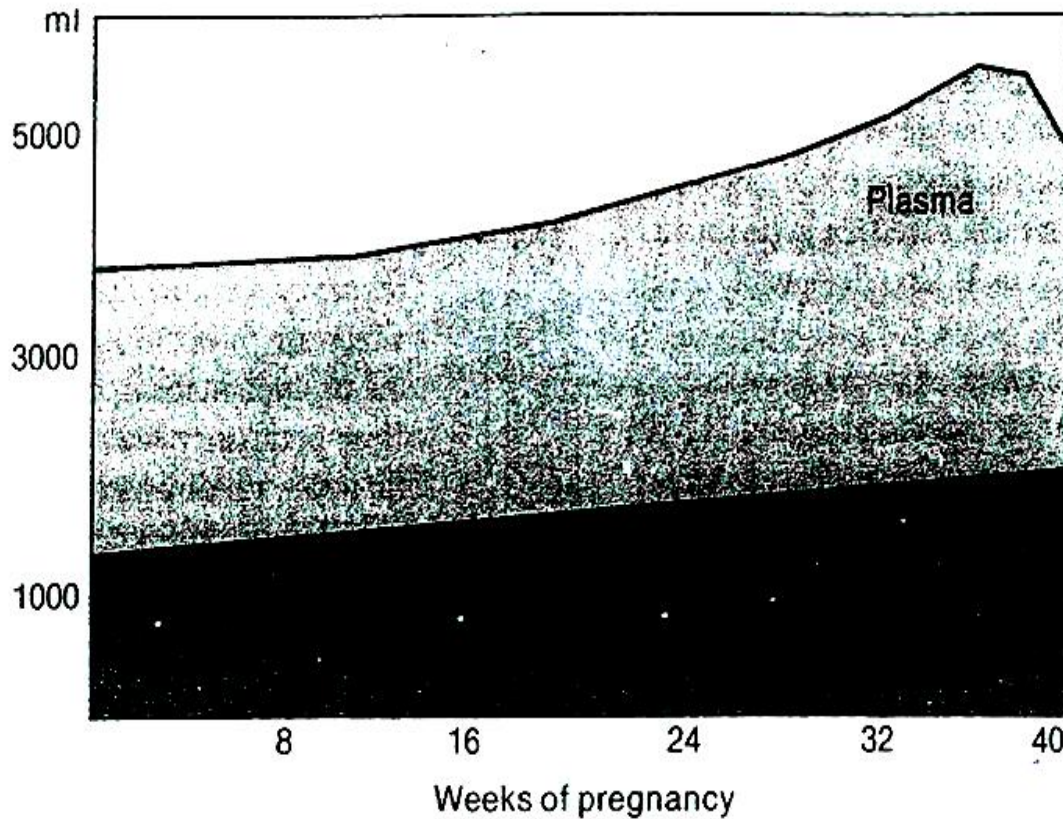
Trombosit dan Fibrinogen meningkat --> darah lebih cepat membeku



Pertambahan Plasma dan Sel Darah Merah

FAKULTAS
KESEHATAN
MASYARAKAT

nutrition in Pregnancy and Lactation



Pertam-
bahan
Plasma

Pertam-
bahan SDM

FIG. 3-1 Increase in plasma volume and red-cell mass during the course of human pregnancy.

Keluhan yg disebabkan oleh perubahan sirkulasi

1. Pembesaran pembuluh darah balik (vena) di daerah kaki, anus, vulva → karena pengaruh progesteron thd pembuluh darah dan meningkatnya tekanan intra-abdominal krn pembesaran uterus
2. Pingsan krn turunnya TD krn progesteron
3. Udem krn hemodilusi dan meningkatnya tekanan intra-abdominal krn pertumbuhan uterus

- **Keluhan krn perubahan pada sistem pernafasan:**
 - Sesak nafas karena dorongan uterus thd paru-paru
- **Keluhan krn perubahan pd sistem urinasi:**
 - Sering b.a.k. pada awal kehamilan (karena pertumbuhan uterus didalam rongga panggul) dan pd akhir kehamilan (krn kepala bayi masuk ruang panggul shg menekan kandung kemih)
- **Keluhan krn perubahan berat badan:**
 - Kram, krn perubahan metabolisme
 - Pica (ngidam)
- **Keluhan krn perubahan pd skeletal:**
 - Sakit terutama panggul krn pengaruh progesteron sebabkan sendi-sendi agak longgar dan karena bertambahnya lordosis tulang belakang krn makin besarnya kehamilan

Tekanan Darah agak menurun (a.l. lebih mudah pingsan) karena pengaruh hormon Progesteron terhadap pembuluh darah.

Varises: karena pengaruh hormon Progesteron dan tekanan oleh uterus

Edema: Karena pengaruh hemodilusi dan tekanan oleh uterus



Perubahan Tekanan Darah selama Kehamilan

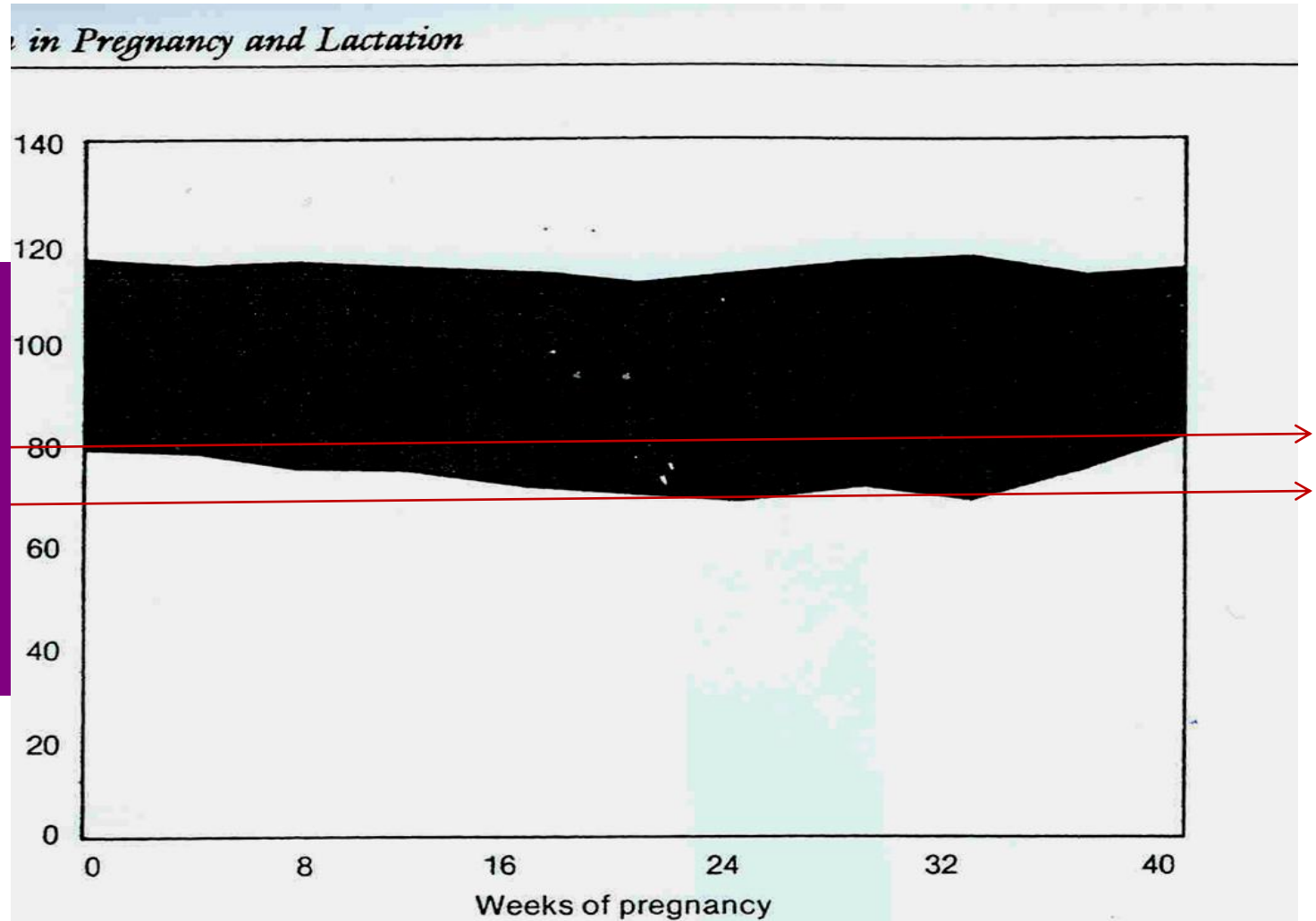


FIG: 3-2 Change in blood pressure during the course of human pregnancy.

Turunnya
tekanan
Diastolik
antara
minggu 16-
32

Kesimpulan Perubahan Fisiologis Sirkulasi darah berdasarkan Trimester

Trimester 1

- ❖ Mulai terjadi peningkatan curah jantung sebesar 20% menyebabkan peningkatan denyut jantung sebesar 10-20 denyut per menit hingga akhir proses & Rutherford, 2014).
- ❖ Penurunan tekanan darah ringan berkaitan dengan pelebaran pembuluh darah akibat pengaruh meningkatnya hormone progesterone

Trimester 2

- ❖ Peningkatan curah jantung hingga 40 - 45% (Hunter & Robson, 1992; Soma-Pillay et al., 2016)
- ❖ Penurunan tekanan darah akibat pengaruh hormone progesterone (Soma-Pillay et al., 2016)
- ❖ Peningkatan aliran darah ke ginjal sebesar 60-80% (Michael E. Symonds & Ramsay, 2010)

Trimester 3

- ❖ Peningkatan curah jantung sebesar 30-50% (Talbot & MacLennan, 2016)
- ❖ Tekanan darah kembali meningkat seperti kondisi sebelum hamil (Soma-Pillay et al., 2016)
- ❖ Peningkatan aliran darah ke ginjal sebesar 50% (Michael E. Symonds & Ramsay, 2010)

Perubahan Hematologi

**Cholesterol
saat hamil
lebih tinggi
dibanding
sebelum
hamil**

TABLE 3-1 *Serum Nutrient Levels in Pregnant and Nonpregnant Women*

Nutrient	Normal Nonpregnancy Range	Values in Pregnancy
Total protein	6.5-8.5 g/100 ml	6.0-8.0
Albumin	3.5-5.0 g/100 ml	3.0-4.5
Glucose	<110 mg/100 ml	<120
Cholesterol	120-190 mg/100 ml	200-325
Vitamin A	20-60 µg/100 ml	20-60
Carotene	50-300 µg/100 ml	80-325
Ascorbic acid	0.2-2.0 mg/100 ml	0.2-1.5
Folic acid	5-21 ng/100 ml	3-15
Calcium	4.6-5.5 mEq/L	4.2-5.2
Iron/iron-binding capacity	>50/250-400 µg/100 ml	>40/300-450

Modified from Aubry RH, Roberts A, Cuenca V: The assessment of maternal nutrition, *Clin Perinatol* 2:207, 1975.



Metabolisme dalam Kehamilan

BMR (Basal Metabolic Rate) meningkat hingga 15-20%, yang umumnya terjadi pada triwulan terakhir. Kalori yang dibutuhkan berasal dari pembakaran Hidrat Arang, terutama pada kehamilan >20 minggu.. Bila tak mencukupi menggunakan lemak tubuh

Hidrat Arang: Biasanya ibu hamil sering merasa haus, nafsu makan bertambah, dan kadang-kadang menunjukkan glukosuria. Hal ini disebabkan pengaruh Somatomammotropin, peningkatan plasma insulin dan hormon-hormon adrenal



Metabolisme dalam Kehamilan

Protein: dibutuhkan untuk perkembangan alat kandungan, payudara dan janin. Juga harus disimpan untuk dikeluarkan pada masa laktasi.

Lemak: Somatomammotropin mempengaruhi pembentukan Lemak Payudara, penyimpanan lemak tubuh, paha dan lengan. Kadar Cholesterol dapat meningkat sampai 350 mg/100 ml atau lebih.



Metabolisme dalam Kehamilan

BMR (Basal Metabolic Rate) meningkat hingga 15-20%, yang umumnya terjadi pada triwulan terakhir. Kalori yang dibutuhkan berasal dari pembakaran Hidrat Arang, terutama pada kehamilan >20 minggu.. Bila tak mencukupi menggunakan lemak tubuh

Hidrat Arang: Biasanya ibu hamil sering merasa haus, nafsu makan bertambah, dan kadang-kadang menunjukkan glukosuria. Hal ini disebabkan pengaruh Somatomammotropin, peningkatan plasma insulin dan hormon-hormon adrenal

Metabolisme dalam Kehamilan

Protein: dibutuhkan untuk perkembangan alat kandungan, payudara dan janin. Juga harus disimpan untuk dikeluarkan pada masa laktasi.

Lemak: Somatomammotropin mempengaruhi pembentukan Lemak Payudara, penyimpanan lemak tubuh, paha dan lengan. Kadar Cholesterol dapat meningkat sampai 350 mg/100 ml atau lebih.



KEMKES
KEMENTERIAN
KESEHATAN
REPUBLIK INDONESIA

INSTITUT
KESEHATAN
MASYARAKAT

Keluhan karena perubahan pada saluran pencernaan

1. *Heart Burn*: karena dorongan thd lambung oleh uterus yg makin besar dan relaksasi otot polos lambung
2. Konstipasi krn pengaruh progestoren → mengendorkan sphincter dan menurunkan peristaltis usus

Perubahan Immunologi

- ***Gamma-G Globulin (IgG):*** didapat janin dari ibu melalui plasenta (timbul pada imunisasi Diphteria, Tetanus, Campak, Cacar, Polio, Cosackie virus, dan Herpes Simplex)
- ***Gamma-M Globulin (IgM):*** dibentuk janin bila ada infeksi, dan dibentuk paling dini pada usia janin 5 bulan
- ***Gamma-A Globulin (IgA):*** dapat dibentuk pada usia kehamilan 2 bulan



REPUBLIK INDONESIA
KEMENTERIAN KESEHATAN
REPUBLIC OF INDONESIA
MINISTRY OF HEALTH

Keluhan-keluhan yg disebabkan oleh perubahan pada Traktus Genitalis

1. Keputihan bertambah
2. Rasa tidak nyaman pada perut bagian bawah krn pembesaran uterus
3. Insomnia → karena ukuran dan gerak janin
4. Mual, muntah, dll : krn pengaruh HCG dan Estrogen



Pengaruh Merokok, Minum Alkohol & Kurang Gizi

PAJANG
KESEHATAN
MASYARAKAT

- Merokok: sebabkan menurunnya fungsi perfusi uterus (underperfusion) → bayi lebih kecil; stillbirth dan kematian neonatal lebih tinggi; kelainan kongenital dan pneumonia neonatal; *abruptio placentae*; placenta praevia dan infark luas placenta (bila merokok lebih dari 6 tahun)
- Alkohol: mengganggu proses transportasi di placenta → acidosis dan hipoksia pd janin; kerusakan otak
- Kurang gizi pd ibu: ganggu perkembangan dan fungsi placenta → berat placenta lebih rendah; ukuran lebih kecil; kandungan DNA (*deoxyribonucleic acid*) turun

Nutrition in Pregnancy and Lactation

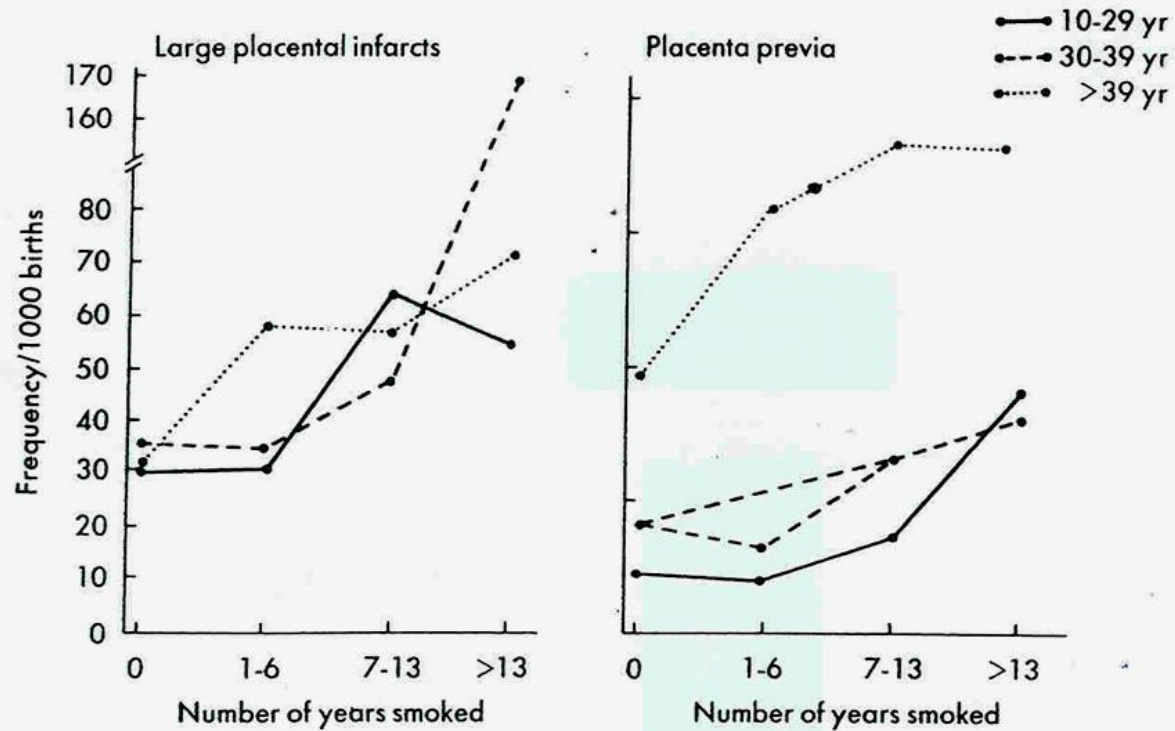


FIG. 3-10 Frequency of large placental infarcts and placenta previa as related to number of years of cigarette smoking.

Modified from Naeye RL: The duration of maternal cigarette smoking, fetal and placental disorders, *Early Hum Dev* 3:229, 1979.

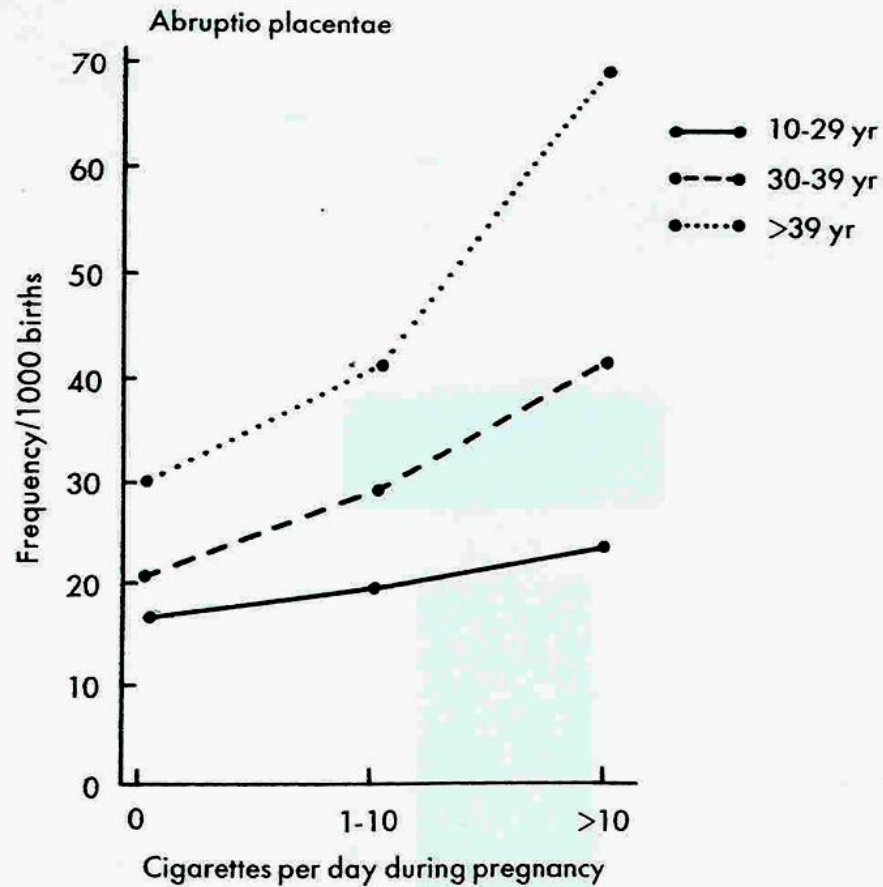


FIG. 3-11 Frequency of abruptio placentae as related to number of cigarettes smoked per day during pregnancy. Increase was greatest in older mothers.

Modified from Naeye RL: The duration of maternal cigarette smoking, fetal and placental disorders, *Early Hum Dev* 3:229, 1979.

**Cobalah mengaitkan antara
perubahan fisiologis selama
kehamilan dengan bagan
berikut ini**

Jendela Kritis Perkembangan Janin

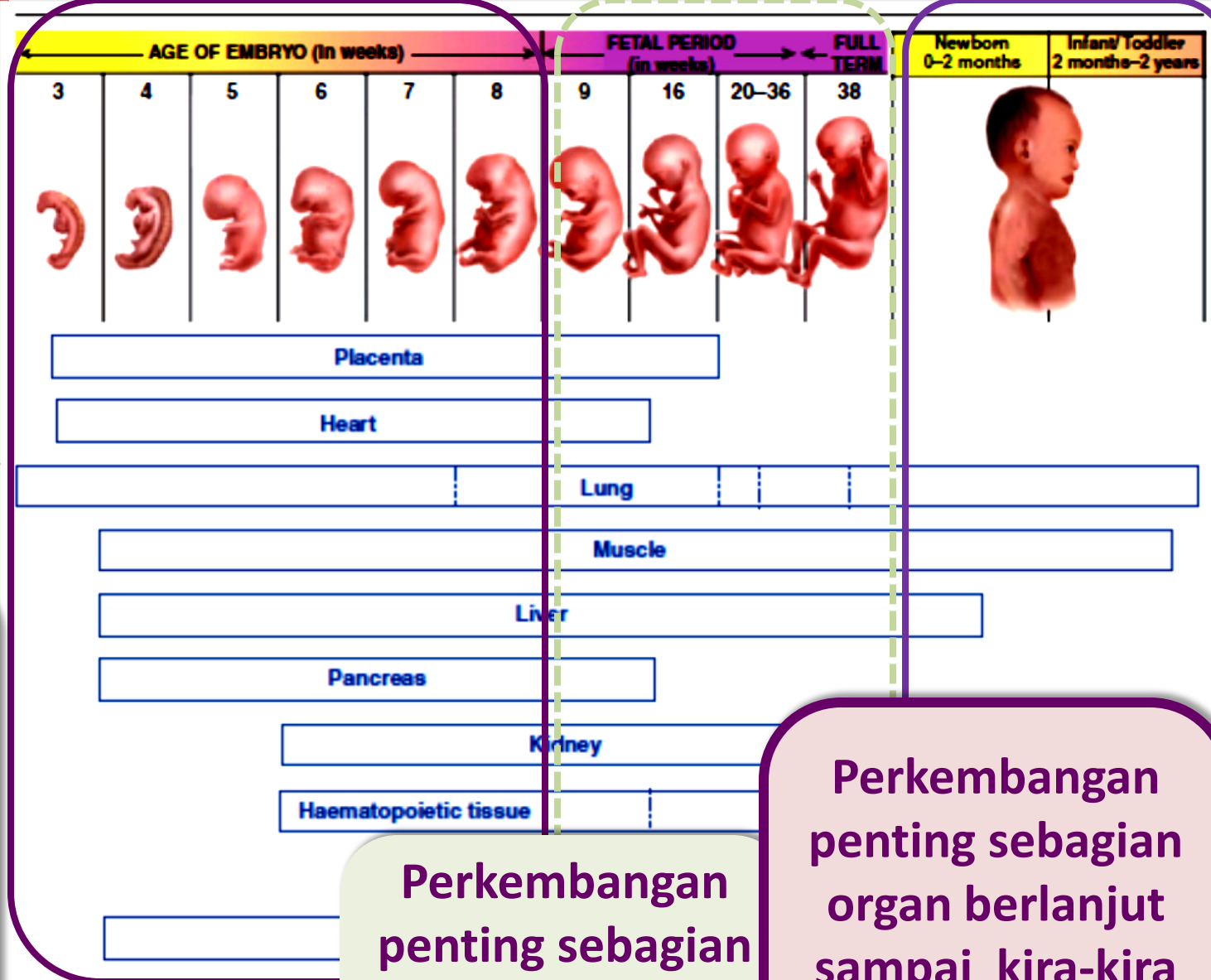


Figure 4.2 Critical windows in discussed in this chapter begin
Note: Horizontal bars indicate t distinct stages of organ develop Medical illustrations: James Do the Environment and Sustainable Infants and Children', Beate Ritz,

8 minggu pertama sejak pembuahan terjadi pembentukan semua cikal bakal organ tubuh

Perkembangan penting sebagian organ berlanjut sampai akhir kehamilan

Perkembangan penting sebagian organ berlanjut sampai kira-kira 2 tahun pertama kehidupan

Terimakasih

