

KONSEP DASAR EMBRIOLOGI: TINJAUAN TEORETIS

M. Haviz

*Program Studi Tadris Biologi Jurusan Tarbiyah STAIN Batusangkar
Jl. Sudirman No. 137 Kuburajo Lima Kaum Batusangkar 27213
Email: haviz80@yahoo.co.id*

Embryology is part of a study of developmental biology. In embryology widely used terms that will clarify a process, and the state or the name of a body part, such as teratology, is part of a study of embryology and cause birth defects. Fetuses and embryos as another name for the developing fetus. Individual development process involves five kinds of processes, namely the growth, differentiation, cellular interactions, movement and metabolism. The fifth process will always be found in every stage of human development (day after day and week after week). Embryology process closely related to the presence and action of genes in the body. Advances in technology have shown that the lack of regulation in the body at the cellular level is called the molecular regulation and signaling.

Key words ; embryology, developmental of biology

PENDAHULUAN

Embriologi merupakan bagian dari kajian biologi perkembangan (*developmental of biology*). Biologi perkembangan adalah ilmu yang mempelajari tentang perubahan progresif struktur dan fungsi tubuh dalam hidup makhluk hidup. Sedangkan embriologi adalah studi mengenai embrio dengan penekanan kepada pola-pola perkembangan embrio. Untuk membedakan pemahaman anda tentang embriologi dengan biologi perkembangan, di bagian berikut ini akan dituliskan beberapa pemikiran dan pendapat ahli embriologi.

Sadler (2012:xii) mengilustrasikan embriologi dengan sebuah contoh adanya perubahan sebuah sel menjadi seorang bayi saat masih dalam kandungan ibu, yaitu suatu proses yang menggambarkan bahwa telah terjadinya suatu fenomena besar dan kompleks. Sadler (2012:xii) menamakan kajian tentang fenomena ini dengan embriologi. Pada proses ini termasuk juga kajian tentang aspek-aspek molekuler, seluler, dan struktural yang saling berkontribusi untuk membentuk organisme.

Spratt (1971) dalam Lufri dan Helendra (2009:1) mendefinisikan perkembangan sebagai suatu aksi gen dalam: (1) pembentukan organisme baru dari beberapa bagian organisme in-

duk, (2) pemeliharaan atau peningkatan ukuran dari organisme dewasa yang terbentuk secara sempurna, dan (3) perbaikan terhadap kerusakan akibat kecelakaan atau kehilangan bagian anggota tubuh dari suatu organisme. Sehingga bisa dituliskan perkembangan merupakan suatu perubahan (transformasi) dari suatu keadaan, komposisi atau fungsi dari bagian atau keseluruhan organisme atau bakal organisme yang terjadi secara progresif dan relatif permanen pada kondisi alami.

Pendapat lain menyebutkan embriologi menjadi bagian dari ruang lingkup biologi perkembangan. Karena Biologi perkembangan ruang lingkungannya lebih luas, sampai kepada perkembangan pasca lahir dengan penekanan kepada masalah, konsep dan prinsip perkembangan. Beberapa ruang lingkup biologi perkembangan adalah (1) Embriologi, yaitu mempelajari mengenai pembentukan embrio; (2) Proses stadium pasca lahir; (3) Perkembangan tingkat sel, baik perkembangan normal ataupun abnormal (neoplastik) seperti tumor dan kanker; (4) Pertumbuhan, yaitu pertumbuhan masa sel; (5) Regenerasi; (6) Perbaikan sel, misalnya pada waktu luka dan (7) Genetika perkembangan.

Untuk melengkapi pemahaman anda, ada beberapa istilah yang sering ditemukan saat mempelajari embriologi. Istilah-istilah ini telah dirangkum dari Sadler (2012:xii), yaitu

- Embriogenesis adalah proses pembentukan dan pertumbuhan secara progresif dari sebuah sel menuju periode organ primordial. (Pada manusia terjadi saat minggu ke-8 perkembangan). Terkadang disebut juga dengan organogenesis.
- Periode fetal adalah saat terjadinya diferensiasi yang berkelanjutan dan ditandai dengan pertumbuhan dan meningkatnya berat fetus.
- Teratologi adalah bagian embriologi yang mengkaji tentang cacat lahir dan penyebabnya.

PROSES DASAR PERKEMBANGAN

Ilustrasi tentang fenomena perubahan sebuah sel menjadi seorang bayi saat masih dalam kandungan ibu, merupakan suatu proses yang menggambarkan bahwa telah terjadinya suatu fenomena besar dan kompleks. Adanya fenomena besar dan kompleks ini akan melibatkan proses yang kompleks pada tingkat seluler, misalnya regulasi dan transduksi signal secara molekuler. Adanya regulasi dan transduksi signal secara molekuler merupakan cara yang paling mutakhir untuk memahami perkembangan organisme. Sadler (2012:3-9) menjelaskan beberapa bagian tersebut seperti adanya transkripsi gen, regulasi ekspresi gen, induksi formasi organ dan cell signaling. Spratt (1971) dalam Lufri dan Helendra (2009:6-15) menjelaskan lima proses dasar pada tingkat sel, yaitu:

1. Pertumbuhan, yaitu penambahan masa sel (ukuran dan jumlah sel).
2. Diferensiasi, yaitu proses yang menghasilkan sel-sel yang sudah terspesialisasi (sudah melakukan biosintesis spesifik).
3. Interaksi seluler, yaitu saling mempengaruhi antara satu sel atau kelompok sel dengan sel atau kelompok sel yang lain.
4. Pergerakan, yaitu perubahan posisi sel atau jaringan (gerakan mor-fogenetik).
5. Metabolisme, merupakan proses penghasil (sumber) dan penggunaan

energi, dan merupakan kebutuhan dasar bagi kehidupan dan perkembangan.

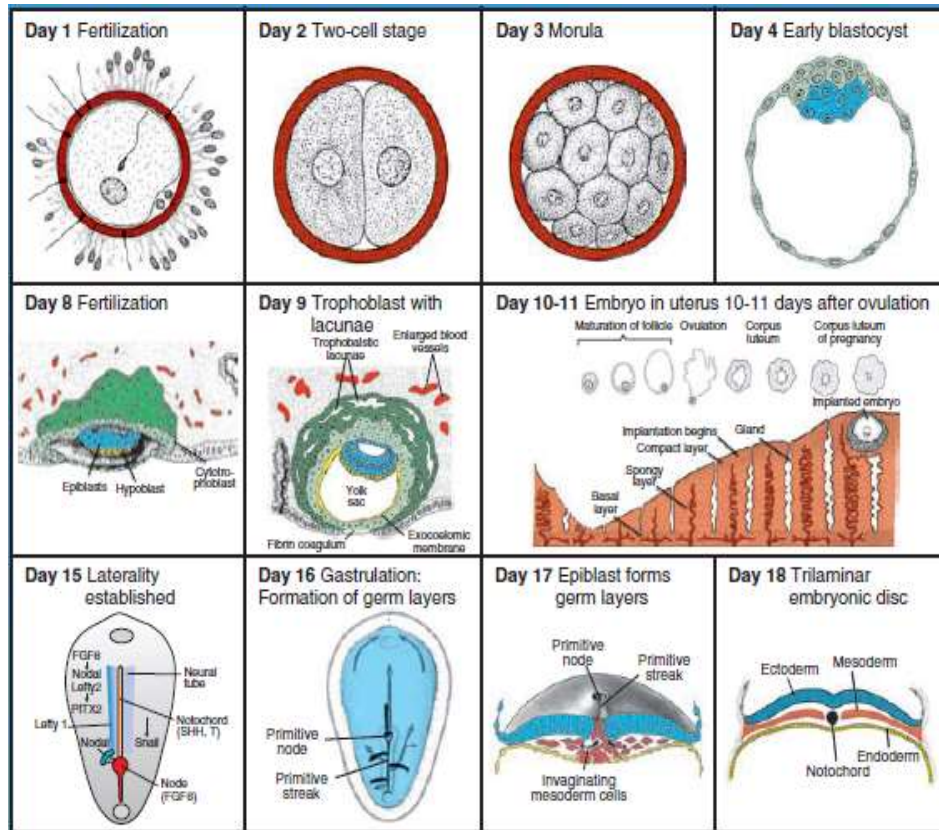
ULASAN RINGKAS TAHAP PERKEMBANGAN EMBRIO MANUSIA

Tahap perkembangan manusia dijelaskan secara terperinci di Gambar 1-4. Sadler (2012) menjelaskan tahapan perkembangan manusia menjadi lima tahap, yaitu:

1. Tahap gametogenesis, terjadinya pembentukan gamet laki-laki dan perempuan atau konversi *germ cell* sperma dan sel telur.
2. Tahap perkembangan minggu ke-1, terjadinya proses ovulasi sampai implantasi
3. Tahap perkembangan minggu ke-2, terjadinya pembentukan *bilaminar germ disc* (embrio dua lapis)
4. Tahap perkembangan minggu ke-3 sampai 8, disebut juga dengan periode embrionik, terjadinya pembentukan sistem tubuh.
5. Tahap perkembangan bulan ke-3 sampai kelahiran, adalah masa fetus dan berperannya plasenta dalam perkembangan manusia.

Dudek (2011) menguraikan perkembangan manusia diawali dari tahap prefertilisasi, periode mingguan, periode embrionik dan organogenesis. Uraian lengkapnya sebagai berikut.

1. Prefertilisasi, meliputi perkembangan organ reproduksi seksual, perkembangan organ reproduksi seksual, perkembangan kromosom, meiosis, organogenesis, spermatogenesis.
2. Perkembangan minggu 1 (hari ke 1-7), meliputi fertilisasi, pembelahan, blastocyst dan implantasi.
3. Perkembangan minggu ke-2 (hari ke 8-14), meliputi pembentukan embrioblast lanjutan, trophoblast lanjutan dan mesoderm ekstraembrio.
4. Periode embrionik, meliputi pembentukan embrioblast lanjutan, vasculogenesis dan plasentasi.
5. Periode bulan 3 sampai lahir, disebut juga organogenesis sampai parturisi, terjadi perkembangan organ dan sistem tubuh dan proses kelahiran.



Gambar 1 Tahapan Perkembangan Manusia Hari 1-18 (Sadler, 2012: ii)

REGULASI SIGNAL MOLEKULAR

Proses embriologi erat kaitannya dengan keberadaan dan aksi gen dalam tubuh. Kemajuan teknologi telah memperlihatkan bahwa adanya regulasi dalam tubuh pada tingkat seluler yang disebut dengan *molecular regulation and signaling*. Sadler (2012:3) menjelaskan ada sekitar 23.000 gen dalam genom manusia, tetapi gen ini akan mengkode untuk sekitar 100.000 protein. Gen mengandung kompleks DNA dan protein disebut kromatin, yang terdiri dari satuan dasar struktur yang disebut dengan nukleosom.

Salah satu proses dasar dalam pembentukan organ adalah induksi. Organ akan terbentuk dengan adanya interaksi antara sel dengan sel yang lain. Adanya interaksi sekelompok sel atau jaringan yang membentuk sel atau jaringan yang lain disebut dengan induksi (Sadler, 2012:5). Di setiap interaksi, salah satu

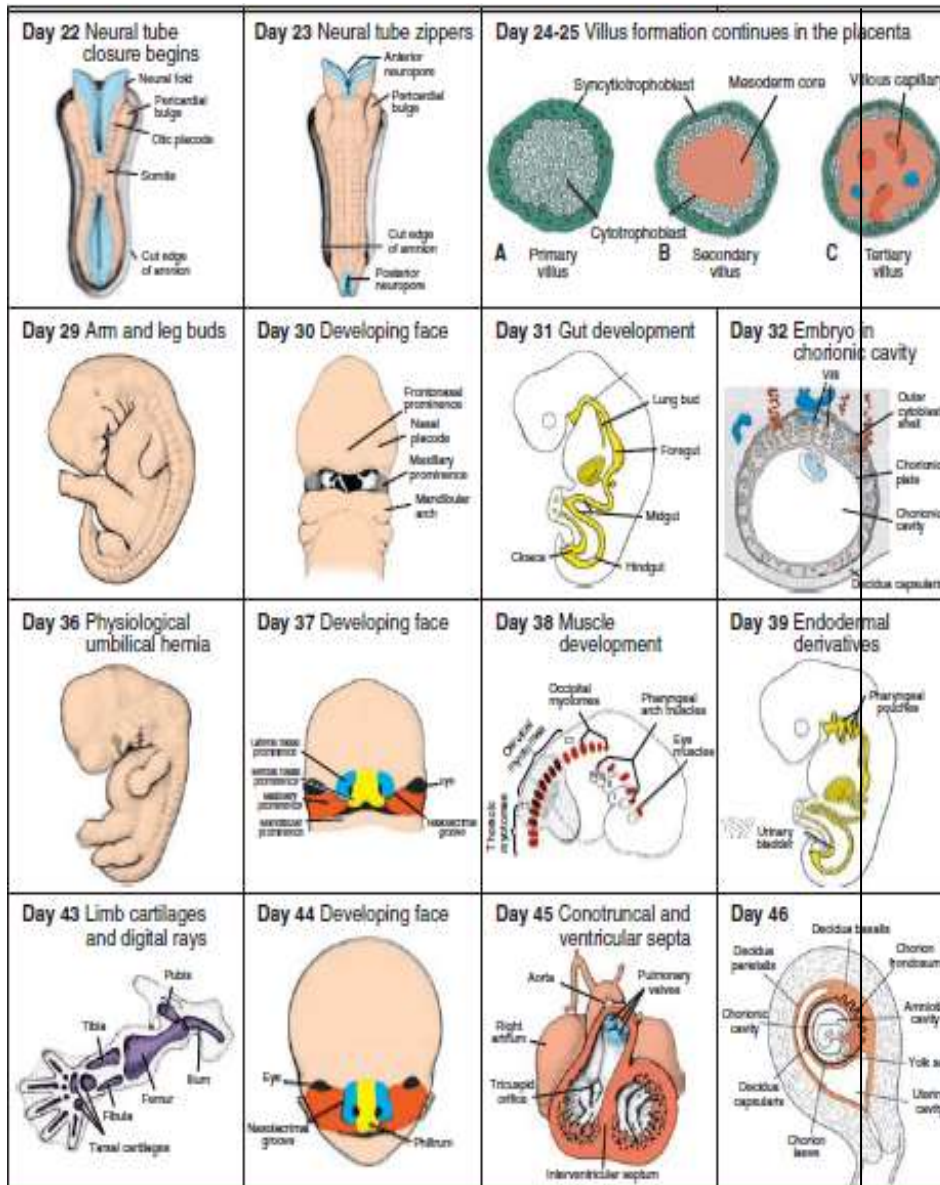
sel atau jaringan akan bersifat sebagai *inducer* dan yang lainnya bersifat *responder*, misalnya interaksi sel epitel dengan mesenkim.

Cell signaling adalah inti dari proses induksi. Jalur transduksi signal memiliki molekul signal yang disebut dengan *ligand* dan reseptor. Reseptor selalu bekerja di membrane sel dan diaktifkan oleh adanya pengikatan ligan spesifik. Aktifasi reseptor tersebut selalu melibatkan fosforilasi protein lain yang disebut dengan *kinase*. Aktifasi jenis ini akan bekerja dan merupakan faktor pada proses transkripsi untuk menginisiasi ekspresi gen.

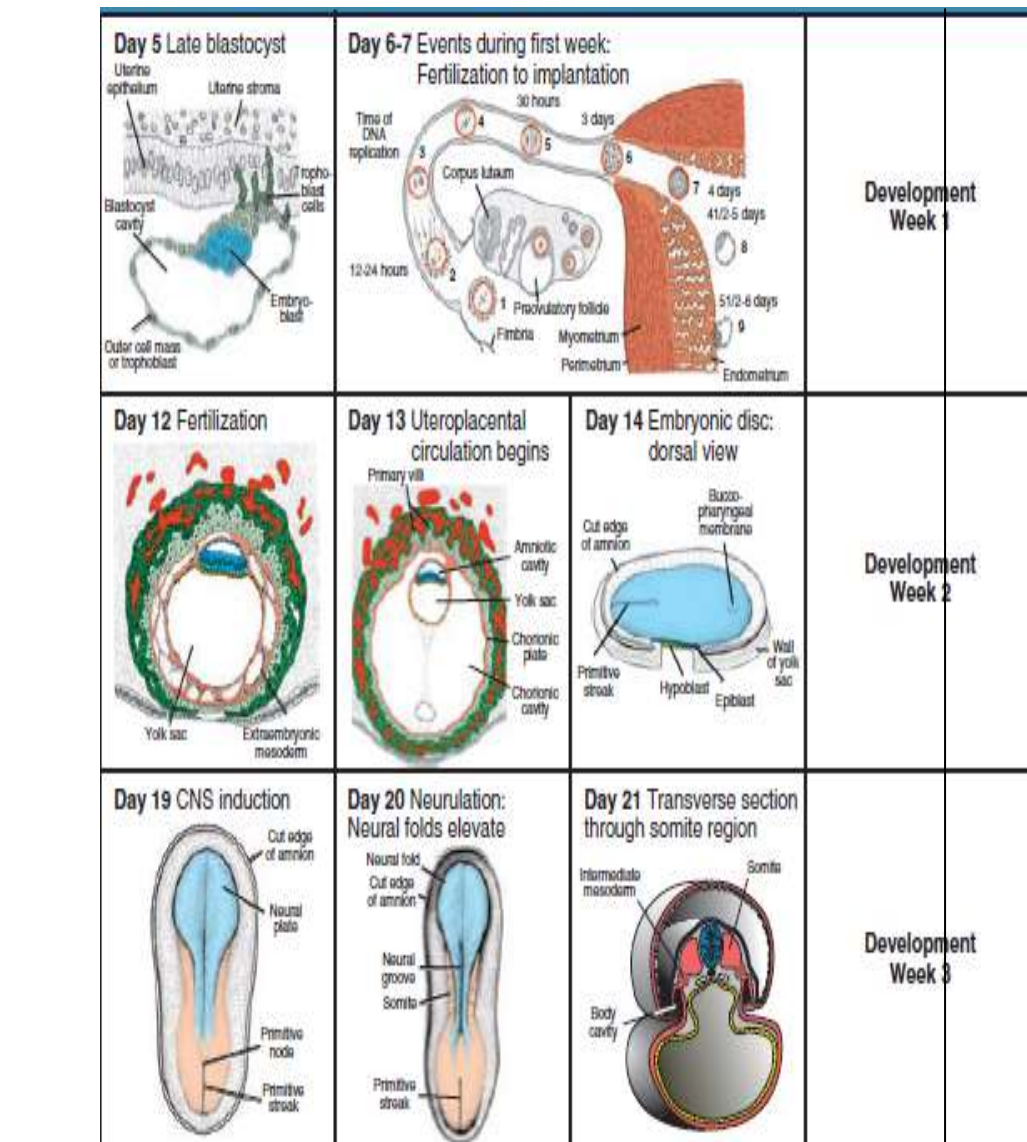
Sadler (2012:6-7) menjelaskan jalur transduksi signal menjadi dua yaitu *paracrine signaling* dan *juxtacrine signaling*. Keduanya ini merupakan faktor yang akan mempengaruhi transduksi jalur signal (*signal transduction pathways*). Signal antar sel (*cell-to-cell signaling*) bisa berbentuk *paracrine*. Paracrine melibatkan faktor *diffusible*, atau *juxtacrine* dan

faktor *nondiffusible*. Protein yang bertanggung jawab untuk sinyal parakrin yang disebut faktor parakrin atau *growth and differentiation factors* (GDFs). Ada empat keluarga besar GDFs: FGFs, WNTs, Hedgehogs dan TGF- β s. Selain

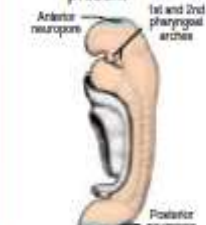
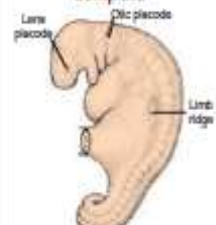

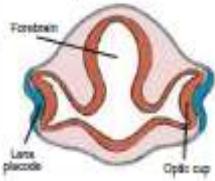
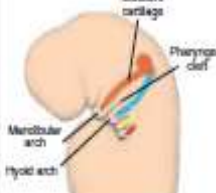

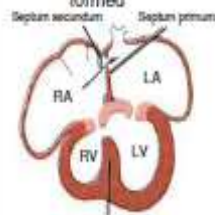

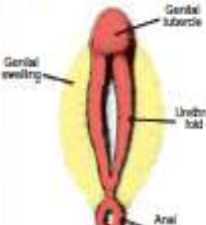
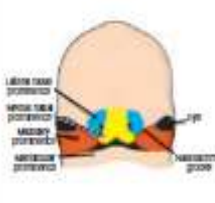

protein, neurotransmitter, seperti serotonin (5HT) dan norepinefrin, juga beraksi melalui sinyal parakrin. Aksinya dengan berperan sebagai ligan dan mengikat reseptor untuk menghasilkan respon seluler.



Gambar 2 Tahapan Perkembangan Manusia Hari 22-46 (Sadler, 2012: ii)



Gambar 3 Tahapan Perkembangan Manusia Minggu 1-3 (Sadler, 2012: iii)

| <p>Day 26 Pharyngeal arches present</p>  <p>Anterior neuropore 1st and 2nd pharyngeal arches Posterior neuropore</p> | <p>Day 27</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Approx. Age (Days)</th> <th>No. of Somites</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>1-4</td></tr> <tr><td>21</td><td>4-7</td></tr> <tr><td>22</td><td>7-10</td></tr> <tr><td>23</td><td>10-13</td></tr> <tr><td>24</td><td>13-17</td></tr> <tr><td>25</td><td>17-20</td></tr> <tr><td>26</td><td>20-23</td></tr> <tr><td>27</td><td>23-26</td></tr> <tr><td>28</td><td>26-29</td></tr> <tr><td>30</td><td>34-35</td></tr> </tbody> </table> | Approx. Age (Days) | No. of Somites | 20 | 1-4 | 21 | 4-7 | 22 | 7-10 | 23 | 10-13 | 24 | 13-17 | 25 | 17-20 | 26 | 20-23 | 27 | 23-26 | 28 | 26-29 | 30 | 34-35 | <p>Day 28 Neurulation complete</p>  <p>Lens placode Otic placode Limb ridge</p> | <p>Development Week 4</p> |
|--|--|--|----------------------------------|----|-----|----|-----|----|------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|----|-------|--|----------------------------------|
| Approx. Age (Days) | No. of Somites | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 20 | 1-4 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 21 | 4-7 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 22 | 7-10 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 23 | 10-13 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 24 | 13-17 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 25 | 17-20 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 26 | 20-23 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 27 | 23-26 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 28 | 26-29 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 30 | 34-35 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Day 33 Umbilical ring</p>  <p>Amnion Chorionic cavity Yolk sac Connecting stalk</p> | <p>Day 34 Optic cup and lens placode</p>  <p>Forebrain Lens placode Optic cup</p> | <p>Day 35 Branchial arches and clefts</p>  <p>Maclell's cartilage Pharyngeal cleft Mandibular arch Hyoid arch</p> | <p>Development Week 5</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Day 40 Auricular hillocks</p>  <p>Auricular hillocks</p> | <p>Day 41 Atrial septum formed</p>  <p>Septum secundum Septum primum RA LA RV LV Interventricular septum</p> | <p>Day 42 Digit formation</p>  <p>Areas of cell death</p> | <p>Development Week 6</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| <p>Day 47 External genitalia</p>  <p>Genital tubercle Genital swelling Urethral fold Anal fold</p> | <p>Day 48 Facial prominences fused</p>  <p>Upper jaw prominence Snout prominence Mandibular prominence Mandibular groove Mandibular prominence</p> | <p>Day 49 Digits present, eyelids forming</p>  | <p>Development Week 7</p> | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

Gambar 4 Tahapan Perkembangan Manusia Minggu 4-7 (Sadler, 2012: iii)

DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Dudek RW. 2011. *Embryology, 5th Ed.* Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.
- Lufri dan Helendra. 2009. *Biologi Perkembangan Hewan, Jilid 1.* Padang: UNP Press.

- Sadler TW. 2012. *Langmans's Medical Embryology, 12th Ed.* Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.