

BAB 12

PERTUMBUHAN PLASENTA DAN FAKTOR YANG MEMPENGARUHINYA

Dr. Silphia Novelyn, M.Biomed

A. Pendahuluan

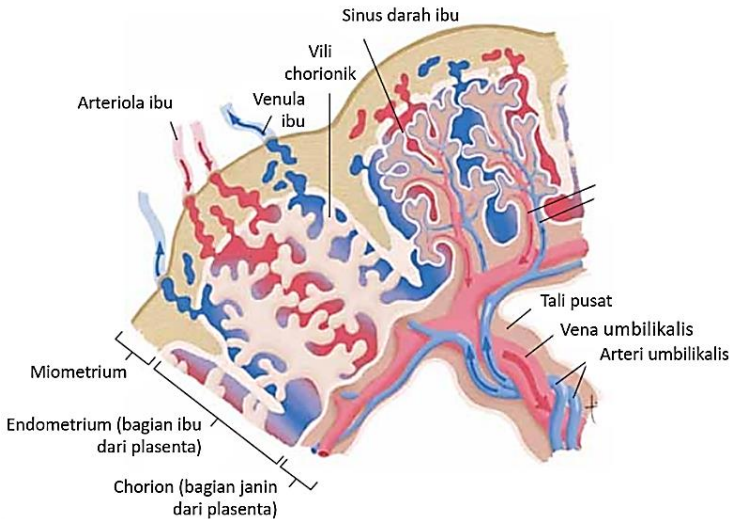
Plasenta merupakan suatu organ unik dan penting yang terbentuk selama kehamilan, berfungsi sebagai penghubung utama antara ibu dan janin yang sedang berkembang. Struktur yang sementara namun penting ini muncul dari sel telur yang telah dibuahi yang menghasilkan embrio, dan berfungsi penuh pada akhir trimester pertama. Sejalan dengan pertumbuhan janin, plasenta juga berkembang, melekat pada dinding rahim dan membentuk jaringan pembuluh darah yang kompleks. Jaringan ini memfasilitasi terjadinya pertukaran oksigen, nutrisi dan produk limbah, memastikan bahwa janin menerima semua komponen yang diperlukan untuk perkembangan janin yang optimal dan sehat.

Salah satu fungsi utama plasenta adalah mengantarkan oksigen dan nutrisi dari ibu ke janin. Selain itu, plasenta juga bertindak sebagai filter yang melindungi janin dari zat berbahaya tertentu. Plasenta juga menghasilkan beberapa hormon penting yang membantu mengatur berbagai aspek kehamilan. Dalam sistem kekebalan tubuh, plasenta bertindak sebagai penghalang selektif, melindungi janin dari potensi infeksi dan zat berbahaya yang ada dalam aliran darah ibu. Fungsi modulasi kekebalan ini penting untuk keberhasilan kelanjutan kehamilan.

Memahami struktur dan fungsi plasenta manusia merupakan hal mendasar untuk memahami seluk-beluk perkembangan janin dan kesehatan ibu. Perannya yang beragam memperlihatkan kompleksitas dan efisiensi organ sementara ini, yang penting untuk keberhasilan kehamilan dan pertumbuhan janin yang sehat. Para peneliti terus mempelajari plasenta untuk membuka wawasan lebih lanjut mengenai fungsi dan potensi implikasinya terhadap pengobatan ibu dan janin.

B. Anatomi Plasenta

Plasenta manusia merupakan struktur yang kompleks dan sangat terspesialisasi, dirancang untuk mendukung kebutuhan pertumbuhan janin selama kehamilan. Plasenta biasanya berkembang dan tertanam di dinding rahim, membentuk organ berbentuk cakram. Plasenta terdiri dari dua bagian utama: bagian janin, yang dikenal sebagai korion (*chorion*), dan bagian ibu, yang dikenal sebagai desidua basalis.



Gambar 12.1 Plasenta dan Tali Pusat

Sisi janin dari plasenta ditutupi oleh selaput ketuban dan dihubungkan ke janin melalui tali pusat, yang berisi dua arteri dan satu vena. Arteri umbilikal membawa darah terdeoksigenasi dan produk limbah dari janin ke plasenta,

sedangkan vena umbilikalis membawa darah teroksigenasi dan nutrisi kembali ke janin. Hubungan ini sangat penting untuk pertukaran gas, nutrisi, dan produk limbah, sehingga memungkinkan janin tumbuh dan berkembang dengan baik.

Di sisi ibu, plasenta melekat pada lapisan dinding rahim, membentuk struktur yang disebut vili, yang meningkatkan luas permukaan pertukaran. Vili ini terendam darah ibu di dalam ruang antarvili, memungkinkan transfer oksigen dan nutrisi yang efisien dari darah ibu ke darah janin. Vili didukung oleh jaringan kapiler dan jaringan ikat yang memberikan integritas struktural dan memfasilitasi proses pertukaran.

Plasenta mengandung sel-sel khusus yang disebut trofoblas, yang berperan penting dalam menempelkan plasenta ke dinding rahim dan memediasi pertukaran zat antara ibu dan janin. Sel-sel ini masuk ke dalam lapisan rahim untuk membangun suplai darah yang kuat, memastikan bahwa janin yang sedang tumbuh menerima pasokan oksigen dan nutrisi yang cukup. Selain itu, trofoblas membantu produksi hormon yang penting untuk menjaga kehamilan, seperti (hCG) dan progesteron.

Komponen penting lain dari anatomi plasenta adalah lempeng basal, yang merupakan titik kontak antara suplai darah ibu dan jaringan janin. Bagian ini mengandung arteri spiralis yang membawa darah ibu ke ruang antarvili, lalu mengalir di sekitar vili sebelum dialirkan kembali ke sirkulasi ibu melalui vena. Lempeng basal memastikan pertukaran gas, nutrisi, dan produk limbah terjadi secara efisien dan efektif.

C. Fisiologi Plasenta

Fisiologi plasenta adalah sistem rumit dan beragam yang menjamin pertumbuhan dan perkembangan janin selama kehamilan. Salah satu peran fisiologis utamanya adalah memfasilitasi pertukaran gas. Oksigen dari darah ibu berdifusi melintasi sawar plasenta ke dalam darah janin, sedangkan karbon dioksida, produk limbah metabolisme janin, berdifusi ke arah berlawanan untuk dikeluarkan oleh ibu. Pertukaran ini

terjadi di dalam vili korionik, di mana letak darah ibu dan janin yang berdekatan memungkinkan terjadinya transfer gas yang efisien, yang penting untuk menjaga pernapasan janin dan fungsi metabolisme.

Transfer nutrisi adalah fungsi penting lainnya dari plasenta. Nutrisi seperti glukosa, asam amino, asam lemak, vitamin, dan mineral diangkut dari ibu ke janin. Glukosa ditransfer terutama melalui difusi terfasilitasi, sementara asam amino dan nutrisi penting lainnya diangkut secara aktif melawan gradien konsentrasi. Sistem transportasi selektif ini memastikan janin menerima nutrisi yang cukup untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan yang cepat. Selain itu, plasenta menyimpan nutrisi tertentu, seperti glikogen, yang dapat dimobilisasi untuk memenuhi kebutuhan metabolisme janin bila diperlukan.

Plasenta juga memainkan peran penting dalam pembuangan limbah. Produk sisa metabolisme yang dihasilkan oleh janin, termasuk urea, kreatinin, dan bilirubin, ditransfer kembali ke darah ibu untuk diekskresikan oleh ginjal dan hati ibu. Proses detoksifikasi ini sangat penting untuk menjaga kesehatan lingkungan intrauterin dan mencegah penumpukan zat berbahaya dalam sirkulasi janin.

Produksi hormon adalah fungsi fisiologis penting lainnya dari plasenta. Human chorionic gonadotropin (hCG) diproduksi pada awal kehamilan dan mendukung korpus luteum di ovarium, memastikan kelanjutan produksi progesteron. Laktogen plasenta mengubah keadaan metabolisme ibu untuk meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi janin, sementara progesteron dan estrogen membantu menjaga lapisan rahim dan mencegah kontraksi dini. Hormon-hormon ini juga mempersiapkan tubuh ibu untuk melahirkan dan menyusui.

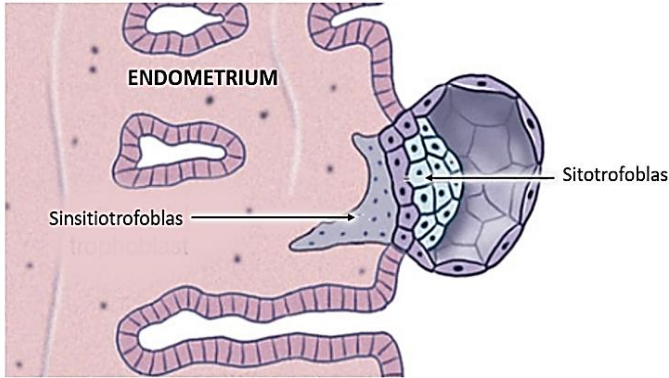
Modulasi imun adalah aspek kunci dari fisiologi plasenta. Plasenta bertindak sebagai sawar imunologis, melindungi janin dari potensi infeksi sekaligus memungkinkan transfer antibodi ibu. Permeabilitas selektif ini memberikan kekebalan pasif pada janin, memberikan perlindungan terhadap penyakit tertentu

selama bulan-bulan awal kehidupan. Selain itu, plasenta mengeluarkan molekul imunomodulator yang mencegah sistem kekebalan ibu menolak janin, yang memiliki antigen asing dari pihak ayah.

D. Pembentukan dan Perkembangan Plasenta

Setelah terjadi pembuahan, dalam kurun waktu lima sampai enam hari kemudian akan terbentuk blastokista. Blastokista merupakan sekelompok sel yang membelah yang merupakan hasil dari sel telur yang telah dibuahi. Blastokista terdiri dari dua jenis sel embrionik yang berbeda, yang pertama adalah sel trofoblas di bagian luar, yang kemudian akan membentuk plasenta; dan massa sel dalam (*inner cell mass*) yang kemudian akan membentuk janin dan selaput janin. Tahap dari terjadinya pembuahan sampai dengan terbentuknya blastokista ini disebut tahap preimplantasi.

Pada tahap implantasi, sel-sel trofoblas akan berinteraksi dengan sel-sel epitel desidua endometrium. Interaksi ini dibutuhkan untuk memungkinkan terjadinya invasi ke dalam sel-sel-sel rahim. Trofoblast berdiferensiasi menjadi sitotrofoblas (*cellular trophoblast = cytotrophoblast*) dan sinsitiotrofoblas (*syncytial trophoblast = syncytiotrophoblast*). Sinsitiotrofoblas inilah yang akan menginvasi lapisan rahim, memungkinkan blastokista melekat ke jaringan rahim ibu. Sinsitiotrofoblast memproduksi hormon *human chorionic gonadotropin* (hCG) pada minggu kedua, dan konsentrasi hormon ini akan tinggi selama tiga bulan pertama kehamilan.



Gambar 12.2 Gambaran Trofoblas pada Hari Kedelapan, Tahap Implantasi

Saat sinsitiotrofoblas menginvasi ke dalam jaringan endometrium, akan terbentuk ruang yang disebut lakuna yang berisi darah ibu. Kontak awal antara suplai darah ibu dan embrio yang sedang berkembang ini merupakan awal dari pembentukan vili plasenta, yang nantinya akan memfasilitasi pertukaran nutrisi dan gas antara ibu dan janin. Sel sitotrofoblas berproliferasi dan terbentuklah struktur yang kokoh yang akan mengikat plasenta yang sedang berkembang ke dalam dinding rahim.

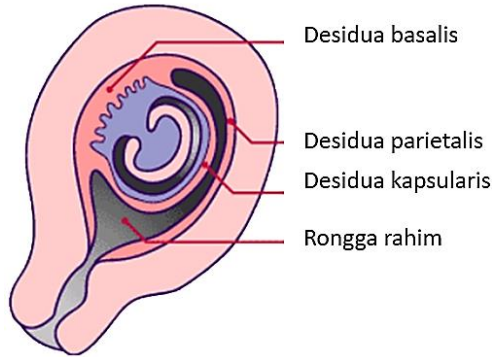
Proses implantasi diatur dengan ketat oleh interaksi kompleks sinyal hormonal dan molekuler. Hormon progesteron yang diproduksi oleh korpus luteum di ovarium memainkan peran penting dalam mempersiapkan endometrium untuk implantasi dengan mempromosikan transformasi sekretinya dan meningkatkan reseptivitasnya terhadap embrio. Selain itu, berbagai molekul sinyal, termasuk sitokin dan faktor pertumbuhan, terlibat dalam memodulasi interaksi antara trofoblas dan endometrium maternal, memastikan implantasi yang berhasil.

Ketika implantasi berlangsung, sinsitiotrofoblas berlanjut membesar dan menyebar ke endometrium sekitarnya. Endometrium melepaskan nutrisi yang diserap oleh sinsitiotrofoblas dan melalui proses difusi akan didistribusikan ke massa sel dalam. Nutrisi ini menyediakan energi yang

dibutuhkan untuk mendukung tahap pembentukan janin. Trofoblas akan berkembang di sekitar kapiler endometrium. Saat dinding kapiler hancur, darah ibu mulai merembes melalui saluran trofoblas yang dikenal sebagai lakuna. Vili-vili yang berbentuk seperti jemari selanjutnya akan memanjang dari trofoblas ke dalam endometrium di sekitarnya, untuk kemudian secara bertahap akan bertambah, baik dari segi ukurannya maupun kompleksitas sampai sekitar minggu ketiga. Sejalan dengan penyebarannya, sinsitiotrofoblas mulai menghancurkan pembuluh darah endometrium yang lebih besar, dan terjadi peningkatan aliran darah melalui lakuna.

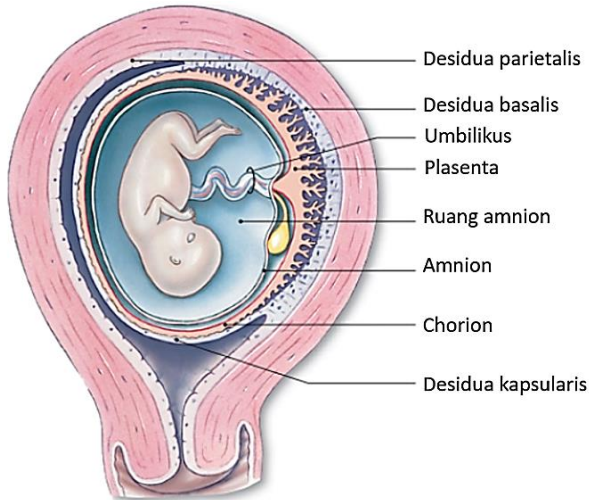
Plasenta mulai terbentuk pada bulan ketiga gestasi (minggu ke-12), dan setelah memasuki bulan keempat pertumbuhannya akan seiring dengan perkembangan uterus. Plasenta matur berbentuk cakram datar dengan diameter berkisar antara 17-20 cm, dengan ketebalan kurang lebih 3 cm.

Telah disebutkan sebelumnya bahwa plasenta terdiri dari korion yang merupakan bagian janin, dan desidua basalis yang merupakan bagian ibu. Desidua merupakan lapisan mukosa rahim (yaitu endometrium) termodifikasi yang terbentuk selama kehamilan. Desidua memiliki beberapa bagian selama masa pembentukannya, dan penamaannya berdasarkan letak masing-masing berdasarkan hubungannya dengan janin. Desidua basalis merupakan bagian desidua yang berhubungan dengan korion dan ikut serta dalam pembentukan plasenta, serta menjadi komponen ibu dari plasenta. Desidua kapsularis adalah bagian desidua yang melingkupi korion seperti kapsul, sedangkan jaringan desidua lainnya adalah desidua parietalis.



Gambar 12.3 Jaringan Desidua pada Awal Perkembangan

Dalam awal perkembangan, kurang lebih sampai minggu keempat kehamilan, desidua kapsularis tidak bersentuhan dengan desidua parietalis, seperti terlihat pada gambar 12.4. Tetapi seiring dengan perkembangan janin yang semakin membesar, desidua kapsularis dan desidua parietalis akan bersentuhan pada akhirnya.



Gambar 12.4 Gambaran Plasenta Pada Kehamilan Usia 10 Minggu

E. Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Plasenta

Perkembangan plasenta merupakan proses kompleks yang dipengaruhi oleh berbagai faktor. Salah satu faktor utama adalah genetik, dimana interaksi antara gen ibu dan janin memainkan peran penting dalam pembentukan dan fungsi plasenta. Perbedaan genetik ini dapat mempengaruhi ukuran, bentuk, dan efisiensi plasenta dalam menjalankan fungsinya. Mutasi atau kelainan genetik tertentu dapat menyebabkan gangguan pada perkembangan plasenta yang dapat berujung pada komplikasi kehamilan seperti preeklampsia atau pertumbuhan janin yang terhambat.

Faktor hormonal juga sangat berpengaruh terhadap perkembangan plasenta. Hormon-hormon seperti progesteron, estrogen, dan *human chorionic gonadotropin* (hCG) yang diproduksi oleh tubuh ibu dan plasenta sendiri penting untuk mempertahankan kehamilan dan mendukung pertumbuhan plasenta. Kadar hormon yang tidak seimbang atau kelainan pada produksi hormon ini dapat mengganggu perkembangan plasenta dan kesehatan janin.

Nutrisi ibu selama kehamilan adalah faktor penting lainnya yang mempengaruhi perkembangan plasenta. Asupan nutrisi yang cukup dan seimbang, termasuk protein, vitamin, dan mineral, sangat diperlukan untuk mendukung pertumbuhan dan fungsi plasenta. Malnutrisi atau defisiensi nutrisi tertentu, seperti zat besi, asam folat, dan protein, dapat menghambat perkembangan plasenta dan meningkatkan risiko komplikasi kehamilan seperti anemia dan gangguan pertumbuhan janin. Sebaliknya, asupan nutrisi berlebihan atau keadaan obesitas juga dapat berdampak buruk pada fungsi plasenta.

Kesehatan ibu secara keseluruhan juga memainkan peran besar dalam perkembangan plasenta. Penyakit kronis seperti diabetes, hipertensi, dan gangguan tiroid dapat mempengaruhi aliran darah ke plasenta dan mengganggu fungsi normalnya. Infeksi selama kehamilan, baik yang disebabkan oleh bakteri, virus, atau parasit, juga dapat mempengaruhi perkembangan

plasenta dan meningkatkan risiko kelahiran prematur atau gangguan perkembangan janin.

Faktor lingkungan, seperti paparan zat-zat berbahaya, polutan, merokok dan konsumsi alkohol, dapat berdampak negatif secara signifikan terhadap perkembangan plasenta. Zat-zat toksik ini dapat merusak sel-sel plasenta, mengganggu aliran darah, menyebabkan insufisiensi plasenta dan mengurangi kemampuan plasenta untuk mentransfer nutrisi dan oksigen kepada janin. Hal ini tentu saja dapat menimbulkan komplikasi pada kehamilan dan janin, misalnya pembatasan pertumbuhan intrauterin (IUGR). Paparan terhadap polutan lingkungan, termasuk logam berat, terbukti dapat mengganggu fungsi plasenta dan perkembangan janin. Oleh karena itu, penting bagi ibu hamil untuk menghindari paparan zat-zat berbahaya dan menjalani gaya hidup sehat demi mendukung perkembangan plasenta yang optimal.

Interaksi sistem kekebalan ibu dengan plasenta yang sedang berkembang sangat penting untuk perkembangan yang tepat. Mekanisme toleransi imun diperlukan untuk mencegah sistem imun ibu menolak janin, yang secara genetik berbeda. Gangguan pada mekanisme toleransi imun ini, seperti pada kelainan autoimun, dapat menyebabkan peradangan plasenta dan gangguan fungsi. Selain itu, infeksi selama kehamilan, seperti yang disebabkan oleh sitomegalovirus atau virus Zika, dapat secara langsung merusak jaringan plasenta dan menghambat perkembangannya.

Kesimpulannya, banyak faktor yang berperan dan mempengaruhi perkembangan plasenta. Memahami dan mengelola faktor-faktor ini sangat penting untuk memastikan kehamilan yang sehat dan perkembangan janin yang optimal. Dengan perawatan prenatal yang tepat dan gaya hidup sehat, banyak risiko yang dapat diminimalkan, untuk mendukung kesejahteraan ibu dan bayi.

DAFTAR PUSTAKA

- Frederic H. Martini, Judi L. Nath, Edwin F. Bartholomew (2017) Development and Inheritance. Dalam: Fundamentals of Anatomy and Physiology. Edisi 11. Pearson Education, Inc.
- Herrick EJ, Bordoni B (2024) Embryology, Placenta. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing
- Joanna Grzesik-Gąsior, Jan Sawicki, Agnieszka Pieczykolan, Agnieszka Bień (2023) Content of selected heavy metals in the umbilical cord blood and anthropometric data of mothers and newborns in Poland: preliminary data. Scientific Reports 13:14077
- Kimberly O'Brien, Yiqin Wang (2023) The Placenta: A Maternofetal Interface. Annu. Rev. Nutr. 43:301-25
- Valerie C. Scanlon, Tina Sanders (2018) Human Development and Genetics. Dalam: Essentials of Anatomy and Physiology. Edisi 8. FA Davis Company
- Wang Y, Zhao S (2010) Vascular Biology of the Placenta. San Rafael (CA): Morgan & Claypool Life Sciences