



Pemanfaatan Teknologi Biologi Sel Dalam Dunia Kedokteran Modern

Ariyani Noviantari^{1*}, Khariri²

^{1,2}Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan
Badan Litbang Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI
ariyani.noviantari@gmail.com

Abstrak

Kata kunci:
bioteknologi, kedokteran,
manfaat, sel, modern.

Biologi sel adalah salah satu ilmu yang mempelajari tentang struktur dan fungsi sel yang merupakan unit dasar suatu kehidupan. Prinsip-prinsip biologi sel yang digunakan untuk kepentingan manusia dapat diterapkan dalam bentuk bioteknologi. Bioteknologi terdiri dari bioteknologi konvensional dan modern. Sistem biologi telah mempengaruhi banyak disiplin ilmu biologi diantaranya biologi di bidang kedokteran. Sebelumnya banyak permasalahan terkait kedokteran yang tidak dapat ditemukan pemecahannya seperti pengobatan berbagai macam penyakit yang saat ini semakin kompleks. Melalui perkembangan biologi yang mencakup berbagai cabang ilmu seperti anatomi, fisiologi, mikrobiologi dan patologi, saat ini banyak persoalan kedokteran yang telah ditemukan jawabannya. Para dokter dapat melakukan pencegahan dan penyembuhan berbagai penyakit yang dihadapi oleh manusia karena perkembangan biologi. Tulisan ini mengkaji pemanfaatan teknologi biologi sel dalam menunjang perkembangan dunia kedokteran yang semakin maju. Sejalan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bioteknologi di bidang kedokteran juga semakin maju dengan penggunaan biomolekuler untuk kebutuhan manusia. Bioteknologi modern dalam bidang kedokteran berperan penting dalam diagnosis, pengobatan, dan rekayasa genetik. Pemanfaatan bioteknologi di bidang kedokteran antara lain rekayasa genetika, pembuatan hormon insulin, cloning, pembuatan antibiotik, pembuatan vaksin, teknologi plasmid, rekombinasi DNA, fusi sel atau hibridoma, antibodi monoklonal, sel punca, dan lain-lain. Tidak dapat dipungkiri bahwa perkembangan biologi sel saat ini telah memberikan banyak manfaat dalam dunia kedokteran modern.

How to Cite: Noviantari, A. & Khariri. (2020). Pemanfaatan Teknologi Biologi Sel Dalam Dunia Kedokteran Modern. *Prosiding Seminar Nasional Sains 2020*, 1(1): 121-127.

PENDAHULUAN

Teori sel menyatakan bahwa semua organisme terdiri dari sel. Sel yang ada saat ini berasal dari sel yang ada sebelumnya. Sel mempunyai sifat istimewa yang menduplikasi dirinya dengan cara membelah. Sel tunggal merupakan bentuk kehidupan yang paling sederhana (Issoegianti et al., 2012). Manusia merupakan organisme yang lebih berkembang dan terdiri dari kumpulan sel-sel yang berasal dari pertumbuhan dan perkembangan hasil pembelahan sel induk. Sel merupakan suatu dasar kesatuan hidup (Mader et al., 2014).

Biologi sebagai ilmu pengetahuan telah dipelajari sejak bangsa Yunani. Para ilmuwan Yunani kuno yang banyak berjasa dalam pengembangan biologi antara lain Thales, Anaximander, Hippocrates, Aristoteles, dan Theophrastus. Aristoteles memberikan perhatian yang sangat besar terhadap berbagai ilmu pengetahuan diantaranya biologi. Biologi mengalami kemajuan pesat di daerah Arab dengan adanya pemikiran para ahli. Al Jahiz menuliskan pengetahuan tentang binatang dan Ibnu Sina banyak berjasa pengembangan dunia kedokteran, obat, dan pengobatan. Pada abad ke-12 ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan tumbuhan disatukan menjadi botani terpisah dari pengetahuan tentang hewan, perburuan, dan ilmu bedah. Biologi semakin mengalami perkembangan

di berbagai negara dan melahirkan tokoh-tokoh seperti Leonardo da Vinci, Otto Brunfels, Leonhard Fuchs, Pierre Belon, dan sebagainya (Amin, 2010).

Biologi sel adalah salah satu ilmu yang mempelajari tentang struktur dan fungsi sel. Biologi sel berfokus pada morfologi submikroskopik dan ultra struktur sel, dan biologi molekuler berfokus mempelajari susunan, bentuk, kedudukan molekul-molekul yang merupakan satu kesatuan menyusun sistem seluler. Prinsip-prinsip biologi sel yang digunakan untuk kepentingan manusia dapat diterapkan dalam bentuk bioteknologi (Alberts et al., 2014).

Bioteknologi merupakan seluruh aplikasi teknologi yang menggunakan sistem biologi, organisme hidup atau turunannya untuk membuat atau memodifikasi suatu produk atau proses untuk penggunaan yang spesifik (Freitas et al., 2012). Bioteknologi terdiri dari bioteknologi tradisional atau konvensional dan bioteknologi modern. Bioteknologi tradisional atau konvensional adalah bioteknologi yang memanfaatkan mikroorganisme untuk memodifikasi bahan dan lingkungan untuk memperoleh produk optimal. Ciri-ciri bioteknologi tradisional atau konvensional adalah sudah dikenal sejak awal peradaban manusia, kurang steril, peralatan yang digunakan masih sederhana, jumlahnya relatif sedikit (terbatas), dan kualitas belum terjamin. Contoh produk bioteknologi konvensional adalah pembuatan tempe, oncom, tape, anggur, kecap yoghurt, dan lainnya (Sutarno, 2016).

Bioteknologi modern adalah bioteknologi yang memanfaatkan ketrampilan manusia dalam melakukan manipulasi organisme agar menghasilkan produk yang sesuai dengan kebutuhan manusia. Ciri-ciri bioteknologi modern adalah bersifat steril, peralatan yang digunakan lebih modern atau canggih, jumlah produk yang dihasilkan dalam jumlah banyak (massal), kualitas standar dan terjamin. Selain itu, bioteknologi modern tidak terlepas dengan aplikasi metode-metode mutakhir bioteknologi. Contoh bioteknologi modern adalah rekayasa genetika yang merupakan teknik modifikasi genetika untuk menghasilkan molekul DNA yang berisi gen baru (Sutarno, 2016).

Sistem biologi telah mempengaruhi banyak disiplin ilmu biologi diantaranya biologi di bidang kedokteran. Sebelumnya banyak permasalahan terkait kedokteran yang tidak dapat ditemukan pemecahannya seperti pengobatan berbagai macam penyakit yang saat ini semakin kompleks. Melalui perkembangan biologi yang mencakup berbagai cabang ilmu seperti anatomi, fisiologi, mikrobiologi dan patologi, saat ini banyak persoalan kedokteran yang telah ditemukan jawabannya. Para dokter dapat melakukan pencegahan dan penyembuhan berbagai penyakit yang dihadapi oleh manusia karena perkembangan biologi (Khan, 2014). Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengkaji pemanfaatan teknologi biologi sel dalam menunjang perkembangan dunia kedokteran yang semakin maju.

METODE

Kajian ini merupakan *assessment* laporan atau artikel penelitian mengenai pemanfaatan teknologi biologi sel dalam dunia kedokteran modern yang telah dipublikasikan di berbagai publikasi ilmiah. Kajian ini diawali dengan mengumpulkan referensi melalui internet dan selanjutnya melakukan kajian literatur yang berkaitan. Literatur yang dikaji diperoleh dari jurnal, buku dan laporan penelitian dari dalam dan luar negeri di antara tahun 2010 hingga 2020.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan Biologi, Biologi Sel, dan Biologi Molekular

Biologi mempelajari makhluk hidup atau mengkaji secara umum kehidupan hewan dan tumbuhan termasuk aspek morfologi, fisiologi, asal-usul, perkembangan, penyebaran, kehidupan hewan dan tumbuhan dalam satu daerah. Biologi juga mempelajari fenomena biologi yang berkaitan dengan organisme secara individual atau dalam suatu kelompok. Sedangkan bioteknologi mempelajari pemanfaatan makhluk hidup (bakteri, fungi, virus, dan lain-lain) maupun produk dari makhluk hidup (enzim, alkohol) dalam proses produksi untuk menghasilkan barang dan jasa. Perkembangan bioteknologi saat ini tidak hanya didasari pada biologi semata, tetapi juga pada ilmu terapan dan ilmu murni lain, seperti biokimia, komputer, biologi molekular, mikrobiologi, genetika, kimia, matematika, dan lain sebagainya (Cooper GM & Hausman, 2013).

Terdapat beberapa cabang biologi yang ikut berperan penting dalam perkembangan bioteknologi, seperti biologi molekular, biologi sel, mikrobiologi, dan ilmu genetika. Biologi sel adalah ilmu yang mempelajari sel, baik pengertian maupun organella yang ada di dalam sel serta fungsinya. Tubuh organisme hidup tersusun oleh sel, apabila organisme hidup tersebut hanya memiliki satu sel maka termasuk organisme uniseluler seperti yeast, protozoa, dan bakteri. Organisme multiseluler seperti manusia, hewan dan tumbuhan merupakan organisme yang tersusun dari banyak sel (Issoegianti et al., 2012).

Sel merupakan unit terkecil dari kehidupan, yang memiliki bentuk dan ukuran yang berbeda-beda tergantung tempat dan fungsi dari jaringan yang disusunnya. Sel pertama kali yang ditemukan oleh Robert Hooke pada tahun 1665. Sel dalam bahasa Latin adalah *cellula* yang artinya bilik kecil. Pada awal sel ditemukan, yang terlihat adalah sel gabus yang tampak hanya seperti bilik karena sel gabus yang diamati adalah benda mati. Dalam perkembangannya, Hooke melihat perbedaan antara sel gabus dengan sel hidup. Di dalam sel hidup terdapat cairan kental yang kemudian disebut protoplasma. Dengan ditemukannya mikroskop elektron yang mulai dikenal pada tahun 1950-an, sel dapat dilihat sampai komponen yang lebih rinci. Sel juga merupakan tempat yang berongga (*cytosi*) dan kantong yang berisi (*cella*) (Issoegianti et al., 2012).

Setelah teknologi mikroskop elektron, fakta tentang sel semakin berkembang dengan digunakannya *Scanning Electron Mycroscope* (SEM) yang lebih jelas untuk melihat topografi sel. Dalam sel terjadi aktivitas biosintesis ribuan molekul yang sangat dibutuhkan untuk kehidupan organisme yang memiliki sel tersebut. Ukuran sel maupun bentuknya sangat bervariasi, tergantung tempat dan fungsinya (Cooper GM & Hausman, 2013).

Pengetahuan akan komposisi dan cara kerja sel merupakan hal mendasar bagi semua bidang ilmu biologi. Pengetahuan akan persamaan dan perbedaan di antara berbagai jenis sel merupakan hal penting khususnya bagi bidang biologi sel dan biologi molekular. Persamaan dan perbedaan mendasar tersebut mempunyai pemersatu yang memungkinkan prinsip-prinsip yang dipelajari dari suatu sel diekstrapolasikan dan digeneralisasikan pada jenis sel lain (Mader et al., 2014).

Penelitian biologi sel berkaitan erat dengan genetika, biokimia, biologi molekular, dan biologi perkembangan. Jasad hidup dalam dua bentuk, yaitu jasad hidup seluler dan jasad hidup bukan seluler. Jasad hidup seluler mempunyai unit dasar berupa sel, misalnya bakteri dan tanaman tingkat tinggi. Jasad hidup bukan seluler tidak tersusun atas sel melainkan satuan yang lain, misalnya virus yang satuan dasarnya virion. Sel merupakan satuan yang dinamis karena selalu mengalami perubahan, meliputi pertambahan ukuran dan volume karena adanya proses pertumbuhan, maupun perubahan fungsi karena proses diferensiasi (Issoegianti et al., 2012).

Sel memiliki fungsi utama, yaitu sebagai (1) piranti kimiawi yang melakukan proses metabolisme, dan (2) piranti yang menyimpan kode-kode informasi biologis yang akan diturunkan generasi berikutnya. Dari segi satuan dasar individu, jasad hidup seluler yang ada di alam digolongkan menjadi organisme uniseluler dan organisme multiseluler. Penggolongan jasad seluler berdasarkan struktur dan organisasi sel terdiri atas prokariota dan eukariota. Struktur sel prokariota terdiri atas struktur utama berupa dinding sel, membran plasma sel, ribosom, dan bahan genetik. Sel eukariota mempunyai struktur dan organisasi lebih kompleks dibandingkan sel prokariot. Pada eukariota bahan genetiknya (DNA) berada dalam membran nukleus sehingga memiliki struktur nukleus yang jelas (Alberts et al., 2014).

Membran nukleus ini terdiri atas dua lapis, yaitu membran dalam dan membran luar. Bahan genetiknya terdiri atas lebih dari satu kromosom linear yang dikemas sedemikian rupa dan adanya protein histon pada nukleosom. Pada beberapa eukariota tingkat rendah memiliki ekstrakromosom yang disebut plasmis. Ciri lain dari eukariota adalah ada pembagian ruang yang jelas di dalam sel sehingga terdapat bermacam-macam organel yang masing-masing mempunyai fungsi khusus. Beberapa organel itu adalah mitokondria (tempat produksi energi seluler), retikulum endoplasma kasar (berperan dalam proses sekresi protein dan tempat melekatnya ribosom), retikulum endoplasma halus (tempat detoksifikasi senyawa tertentu dan sintesis lemak), badan golgi (berperan dalam sekresi dan sortasi protein), kloroplas (tempat berlangsungnya fotosintesis pada tumbuhan), vakuola (tempat penyimpanan air serta produk metabolisme), dan organel-organel sel lain (Alberts et al., 2014).

Biologi molekular adalah ilmu yang mempelajari sel baik pengertian maupun organella di dalam sel serta fungsinya sampai ke aras molekul penyusunnya. Biologi molekular merupakan ilmu multidisiplin karena mencakup biologi sel, biokimia, dan genetika (Khan, 2014).

Sejarah pemanfaatan teknologi biologi sel dalam menunjang perkembangan dunia kedokteran

Bioteknologi banyak dimanfaatkan di berbagai bidang, misalnya di bidang pertanian untuk mengembangkan hasil panen, bioteknologi di bidang peternakan untuk mengembangkan teknik breeding hewan, bioteknologi pangan, juga di bidang kedokteran. Perkembangan kemajuan teknologi biologi sel dalam menunjang perkembangan dunia kedokteran diawali dengan penemuan kromosom dan sampai saat ini bioteknologi di bidang kedokteran masih berkembang (Tabel 1). Perkembangan bioteknologi kedokteran di masa depan akan semakin meningkat sejalan dengan adanya penemuan-penemuan baru di dunia kedokteran.

Tabel 1. Perkembangan Bioteknologi Kedokteran (Khan, 2014)

Tahun	Peristiwa
1882	Kromosom ditemukan di larva salamander
1918	Sir Alexander Flemming menemukan antibiotik Penicillin
1940-1950	Penemuan struktur rantai ganda <i>deoxyribose nucleic acid</i> (DNA) oleh James Watson dan Francis Crick tahun 1953
1963	Pengkodean material genetic
1971	Perusahaan bidang bioteknologi pertama di California
1979	Produksi hormon pertumbuhan
1983	Pertama kali pemetaan darah untuk mencegah transmisi AIDS
1980-1990	Perkembangan teknologi DNA rekombinan dengan mengekstrak DNA dari organisme
1986	Pembuatan vaksin hepatitis
1991	Terapi gen pada pasien cancer
1997	Kloning gen
Akhir 1990-awal 2000	Penggunaan sel punca untuk penelitian
2002	Vaksin untuk pengembangan cancer serviks

Pemanfaatan bioteknologi di bidang kedokteran modern

Sejalan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, bioteknologi di bidang kedokteran juga semakin maju dengan penggunaan biomolekuler untuk kebutuhan manusia. Bioteknologi modern dalam bidang kedokteran berperan penting dalam diagnosis, pengobatan, dan rekayasa genetik (Khan, 2014).

1. Rekayasa genetika

Rekayasa genetika adalah prosedur dasar dalam menghasilkan suatu produk bioteknologi. Secara umum, rekayasa genetika melakukan modifikasi pada makhluk hidup melalui transfer gen dari suatu organisme ke organisme lain. Prosedur rekayasa genetika secara umum meliputi : Isolasi gen, Memodifikasi gen sehingga fungsi biologisnya lebih baik, Mentrasfer gen tersebut ke organisme baru dan Membentuk produk organisme transgenic (Khan, 2014).

2. Pembuatan hormon insulin

Hormon insulin dikeluarkan kelenjar pankreas dan berfungsi mengatur kadar glukosa darah. Penderita diabetes mellitus tidak mampu memproduksi insulin. Produk hormon insulin manusia dapat dihasilkan dari teknik rekayasa genetika dengan teknologi Plasmid. Insulin adalah hormon yang berfungsi menurunkan kadar gula dalam darah. Produksi insulin dapat dilakukan dengan mentransplantasikan gen-gen pengendali hormon tersebut ke plasmid bakteri. Keberhasilan memindahkan gen insulin manusia ke dalam bakteri sudah dapat diperoleh, yaitu melalui bakteri-bakteri yang tumbuh dengan metode fermentasi (Khan, 2014).

3. Kloning,

Kloning adalah suatu metode untuk menghasilkan keturunan yang dikehendaki sama persis dengan induknya (Khan, 2014).

4. Pembuatan antibiotik

Produk bioteknologi sudah banyak digunakan di bidang kedokteran yaitu pembuatan antibiotik. Antibiotik merupakan zat kimia yang dihasilkan oleh berbagai mikroorganisme, misalnya dari bakteri tertentu, fungi, atau aktinomisetes yang dalam kadar rendah mampu menghambat pertumbuhan bakteri atau berbagai mikroorganisme yang lain (misalnya penisilin, streptomisin, eritromisin, dan tetrasiklin).(Ratnakomala et al., 2016)

Macam-macam antibiotika yang dihasilkan oleh mikroorganisme adalah (Vijayakumar et al., 2015) :

Table 7.6 Some clinically important antibiotics

Antibiotic	Producer organism	Activity	Site or mode of action
Penicillin	<i>Penicillium chrysogenum</i>	Gram-positive bacteria	Wall synthesis
Cephalosporin	<i>Cephalosporium acremonium</i>	Broad spectrum	Wall synthesis
Griseofulvin	<i>Penicillium griseofulvum</i>	Dermatophytic fungi	Microtubules
Bacitracin	<i>Bacillus subtilis</i>	Gram-positive bacteria	Wall synthesis
Polymyxin B	<i>Bacillus polymyxa</i>	Gram-negative bacteria	Cell membrane
Amphotericin B	<i>Streptomyces nodosus</i>	Fungi	Cell membrane
Erythromycin	<i>Streptomyces erythreus</i>	Gram-positive bacteria	Protein synthesis
Neomycin	<i>Streptomyces fradiae</i>	Broad spectrum	Protein synthesis
Streptomycin	<i>Streptomyces griseus</i>	Gram-negative bacteria	Protein synthesis
Tetracycline	<i>Streptomyces rimosus</i>	Broad spectrum	Protein synthesis
Vancomycin	<i>Streptomyces orientalis</i>	Gram-positive bacteria	Protein synthesis
Gentamicin	<i>Micromonospora purpurea</i>	Broad spectrum	Protein synthesis
Rifamycin	<i>Streptomyces mediterranei</i>	Tuberculosis	Protein synthesis

Source: Data from Kelecom, A., *Ann. Braz. Acad. Sci.*, 74(1), 151, 2002, modified and reprinted with permission from Prescott, L.M. et al., *Microbiology*, 5th edn., Tata McGraw-Hill Company, New Delhi, India, 2002.

5. Pembuatan vaksin

Untuk pencegahan jenis penyakit tertentu sesuai dengan jenis vaksinnya seperti; polio, cacar, hepatitis-B, TBC dan sebagainya. Vaksin pada dasarnya adalah persiapan biologis untuk meningkatkan sistem pertahanan kekebalan tubuh manusia untuk melawan penyakit. Vaksin biasanya mengandung agen yang berisi bakteri yang dilemahkan. Setelah disuntikkan ke dalam tubuh manusia, vaksin dapat merangsang sistem kekebalan tubuh untuk mengenali agen mikroorganisme penyebab penyakit infeksi sebagai benda asing, dan mengenalinya, sehingga sistem kekebalan tubuh dapat menghancurkan atau membunuh mikroorganisme ini yang menyebabkan infeksi (Khan, 2014).

6. Teknologi plasmid

Teknologi plasmid memanfaatkan plasmid bakteri sebagai vector dalam manipulasi DNA atau manipulasi gen makhluk hidup target. Salah satu contoh teknologi plasmid yang paling terkenal adalah pembuatan hormon insulin buatan dengan menggunakan bakteri *Escherichia coli* (Khan, 2014).

7. DNA rekombinasi

Teknologi DNA Rekombinasi dapat menstimulasi pembuatan suatu protein khusus dalam skala besar dari selubung protein virus, bakteri, dan mikroba lain. Protein ini akan memicu terbentuknya respon kekebalan untuk melawan penyakit (Khan, 2014).

8. Fusi sel atau hibridoma

Hibridoma adalah suatu metode untuk menggabungkan dua macam sel eukariot dengan tujuan mendapatkan sel hibrid yang memiliki kemampuan kedua sel induknya. Sel ini berfungsi untuk mengatasi penyakit kanker (Khan, 2014).

9. Antibodi monoklonal

Antibodi merupakan protein yang dihasilkan sel limfosit B atau sel T untuk melawan antigen yang masuk ke dalam tubuh. Tubuh mempunyai kemampuan alamiah untuk menghasilkan antibodi. Langkah-langkah pembuatan antibodi monoklonal adalah : 1) imunisasi, 2) isolasi sel imun, 3) isolasi sel tumor, 4) screening sel hybridoma, 5) perbanyak klon (Khan, 2014).

10. Sel punca (*stem cell*)

Sel punca atau *stem cell* merupakan suatu sel yang mampu memperbarui diri (*self renewal*), belum berdiferensiasi tetapi mampu berdiferensiasi menjadi sel lain. misalnya sel otot jantung, sel lemak, sel turang rawan (kondrosit), atau sel saraf (*neuron*). Sifat-sifat yang dimiliki sel punca tersebut menyebabkan sel punca dapat digunakan sebagai sumber transplantasi pada terapi berbasis sel untuk pengobatan penyakit-penyakit tertentu, misalnya pada diabetes melitus, penyakit jantung, penyakit autoimun, penyakit hati, dan penyakit lainnya (Halim, 2010).

Berdasarkan kemampuan berdiferensiasinya, sel punca dapat dibagi menjadi 4 (Zakrzewski et al., 2019) yaitu :

a. Sel punca totipoten

Sel punca totipoten merupakan sel punca yang mampu berdiferensiasi menjadi semua jenis sel, baik menjadi sel embrionik ataupun sel ekstra embrionik. Sel punca ini diproduksi dari

gabungan sel telur dan sel sperma. Contoh dari sel punca totipoten adalah telur yang telah terfertilisasi menjadi zigot.

b. Sel punca pluripoten

Sel punca pluripoten merupakan sel punca yang merupakan turunan dari sel punca totipoten yang mampu berdiferensiasi menjadi hampir seluruh jenis sel, yaitu menjadi 3 lapisan germinal yaitu ektoderm, mesoderm, dan endoderm, tetapi tidak dapat menjadi jaringan ekstra embrionik seperti plasenta dan tali pusat. Contoh dari sel punca pluripotent adalah sel punca embrionik.

c. Sel punca multipoten

Sel punca multipoten merupakan sel punca yang mampu berdiferensiasi menjadi beberapa jenis sel yang terbatas dalam satu golongan sel saja. Contoh sel punca multipoten adalah sel punca mesenkim (SPM) dan sel punca hematopoietik.

d. Sel punca unipoten

Sel punca unipoten merupakan sel punca yang hanya dapat berdiferensiasi menjadi 1 jenis sel saja tetapi masih memiliki sifat dapat memperbarui diri atau meregenerasi dirinya sendiri. Contoh sel punca unipoten adalah sel punca otot. (Sobhani et al., 2017)

Berdasarkan sumbernya, sel punca dibagi menjadi 2 (Balogh & Engelmann, 2011) yaitu :

a. Sel Punca Embrionik

Sel punca embrionik merupakan sel punca yang sumbernya berasal dari embrio yang biasanya berumur 4-5 hari setelah fertilisasi pada fase blastosit. Sel punca ini mampu berdiferensiasi menjadi semua jenis sel pada tubuh, bersifat pluripoten, dan mampu memperbarui dirinya sendiri.

b. Sel Punca Dewasa

Sel punca dewasa adalah sel punca yang belum berdiferensiasi yang dapat ditemukan di seluruh tubuh. Sel punca dewasa yang pertama kali ditemukan adalah di sumsum tulang, yaitu sel punca hematopoietik yang dapat menghasilkan seluruh sel darah merah, sel darah putih dan keping darah. Sel punca dewasa ini telah berhasil diisolasi dari berbagai sumber jaringan seperti sumsum tulang, jaringan lemak, wharton jelly, pulpa gigi dan lain-lain. Sebagian besar sel punca dewasa bersifat multipoten dan diberi nama berdasarkan asal jaringannya, misalnya adalah sel punca mesenkim, sel punca jaringan lemak dan sel punca hematopoietik, dan sel punca endotelial.

Sifat-sifat yang dimiliki sel punca tersebut menyebabkan sel punca dapat digunakan sebagai sumber transplantasi pada terapi berbasis sel untuk pengobatan penyakit-penyakit tertentu, misalnya pada diabetes melitus, penyakit jantung, penyakit autoimun, penyakit hati, penyakit Parkinson, dan penyakit lainnya (Halim, 2010).

PENUTUP

Biologi sel merupakan bagian dari ilmu pengetahuan yang berkembang dengan sangat pesat sehingga dapat memberikan jalan keluar dari permasalahan kehidupan manusia modern. Perkembangan biologi sel saat ini telah memberikan banyak manfaat dalam kehidupan manusia. Manfaat perkembangan biologi sel dapat digunakan untuk memecahkan berbagai persoalan dalam meningkatkan kesejahteraan hidup manusia. Berbagai persoalan terkait dengan pangan, sandang, papan, energi, lingkungan bahkan sosial dapat diatasi dengan perkembangan biologi sel. Biologi sel banyak digunakan untuk berbagai bidang salah satunya bidang kedokteran.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada para peneliti di Pusat Penelitian dan Pengembangan Biomedis dan Teknologi Dasar Kesehatan, Badan Litbang Kesehatan yang telah memberikan suasana kondusif dalam penelitian dan pengembangan serta ucapan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Bray, D., Hopkin, K., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Roberts, K., & Walter, P. (2014). *Essential Cell Biology* (M. Morales (ed.); Fourth Edi). Garland Science.
- Amin, M. (2010). IMPLEMENTASI HASIL-HASIL PENELITIAN BIDANG BIOLOGI DALAM PEMBELAJARAN. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP UNS 2010*, 12–18.
- Balogh, P., & Engelmann, P. (2011). Transdifferentiation and regenerative medicine. In P. Balogh, E. Peter, & R. Bognar (Eds.), *University of Pecs*. University of Pecs.
http://www.tankonyvtar.hu/en/tartalom/tamop425/0011_1A_Transzdifferentiation_en_book/ch01s06.html
- Cooper GM, & Hausman, R. (2013). *The Cell - A Molecular Approach. Sixth Edition*. Sinauer Associates, Inc.
- Freitas, A. C., Rodrigues, D., Rocha-Santos, T. A. P., Gomes, A. M. P., & Duarte, A. C. (2012). Marine biotechnology advances towards applications in new functional foods. *Biotechnology Advances*, 30(6), 1506–1515. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2012.03.006>
- Halim, D. (2010). *Stem Cell – Dasar Teori & Aplikasi Klinis*. Penerbit Erlangga.
- Issoegianti, R., Rahman, A., & Rohmah, Z. (2012). Konsep Dasar Sel. In *Biologi Sel* (pp. 1–50). Universitas Terbuka.
- Khan, F. A. (2014). *Biotechnology in Medical Sciences*. CRC Press.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Mader, S. S., Baldwin, A., Roush, R., Songer, S., & Thompson, M. (2014). *Biology* (M. Hackett (ed.); Tenth Edit). Mc Graw Hill.
- Ratnakomala, S., Apriliana, P., Fahrurrozi, Lisdiyanti, P., & Wien, K. (2016). AKTIVITAS ANTIBAKTERI AKTINOMISETES LAUT DARI PULAU ENGGANO. *Berita Biologi*, 15(3), 275–283.
- Sobhani, A., Khaniarkhani, N., Baazm, M., Mohammadzadeh, F., Najafi, A., Mehdinejadi, S., & Aval, F. (2017). Multipotent Stem Cell and Current Application. *Acta Medica Iranica*, 55(1), 6–23.
- Sutarno, S. (2016). REKAYASA GENETIK DAN PERKEMBANGAN BIOTEKNOLOGI DI BIDANG PETERNAKAN. *Proceeding Biology Education Conference*, 13(1), 23–27.
- Vijayakumar, R., Vaijyanthi, G., Panneerselvam, A., & Thajuddin, N. (2015). Actinobacteria: A predominant source of antimicrobial compounds. In D. Dhanasekaran, N. Thajuddin, & A. Panneerselvam (Eds.), *Antimicrobials: Synthetic and Natural Compounds* (Issue February, pp. 117–141). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/b19224>
- Zakrzewski, W., Dobrzyński, M., Szymonowicz, M., & Rybak, Z. (2019). Stem cells: past, present, and future. *Stem Cell Research & Therapy*, 10(68), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s13287-019-1165-5>