

BAB 13

Komplek Golgi

Baterun Kunsah

kunsah11@um-surabaya.ac.id

A. Pengertian

Badan Golgi, juga dikenal sebagai aparatus Golgi atau kompleks Golgi, adalah organel seluler yang ditemukan di hampir semua sel eukariotik. Ditemukan oleh ilmuwan Italia Camillo Golgi pada tahun 1898, organel ini memiliki peran yang sangat penting dalam pengolahan, penyimpanan, dan pengiriman molekul di dalam sel. Struktur ini terdiri dari tumpukan kantong pipih yang disebut cisternae, yang dikelilingi oleh membran. Badan Golgi berfungsi sebagai pusat pemrosesan molekul yang berasal dari retikulum endoplasma, mengubahnya menjadi bentuk yang lebih siap untuk disekresikan atau digunakan oleh sel. Struktur ini berfungsi sebagai pusat pengolahan dan distribusi molekul-molekul penting seperti protein dan lipid. Kompleks Golgi juga merupakan salah satu organel yang membrannya terbentuk dari lipoprotein. Organel ini banyak dijumpai pada sel hewan dan sel tumbuhan. Dalam sel hewan, jumlah badan Golgi berkisar antara 10 hingga 20, sedangkan pada sel tumbuhan bisa mencapai ratusan.

B. Struktur

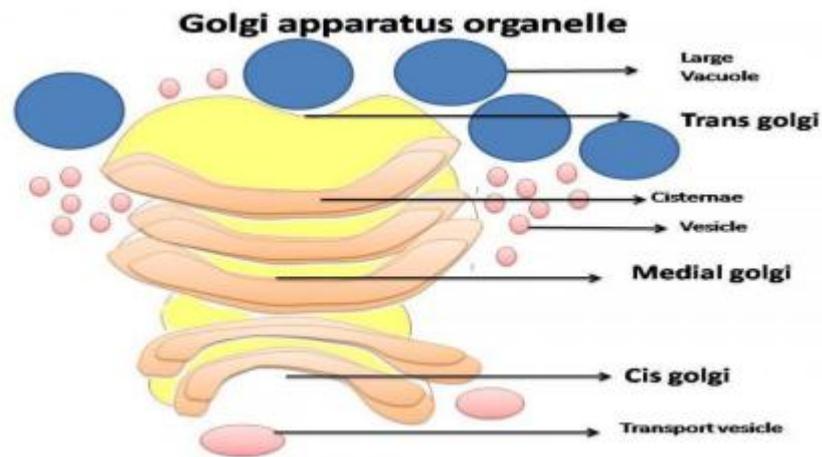
Pembentukan Badan Golgi dalam Sel, Badan Golgi berasal dari vesikula yang dikirim dari Retikulum Endoplasma, kemudian bermigrasi dan melebur dengan membran sisterna yang ada sehingga membentuk Badan Golgi dan mewujudkan pertumbuhan organel sel. Agregasi vesikula transisi dalam sel terdapat di daerah tertentu dalam sitoplasma yang disebut dengan zona eksklusif yang bebas ribosom. Zona ini sering dikelilingi oleh membran RE (retikulum endoplasma). Karena ukuran Badan Golgi yang sangat kecil, banyak yang mengira bila organel sel ini muncul dan berkembang di zona ini. Evolusi Badan Golgi dalam sel dapat terlihat pada pembelahan sel-sel tumbuhan dan hewan. Jumlah Badan Golgi dalam sel akan meningkat sehingga jumlah Badan Golgi hasil perkembangan akan sama dengan jumlah Badan Golgi pada induk sebelumnya.

Badan Golgi

Struktur Badan Golgi dibagi menjadi tiga bagian, yaitu sakula, vesikel sekretoris, dan mikrovesikel atau disebut dengan vesikel transfer.

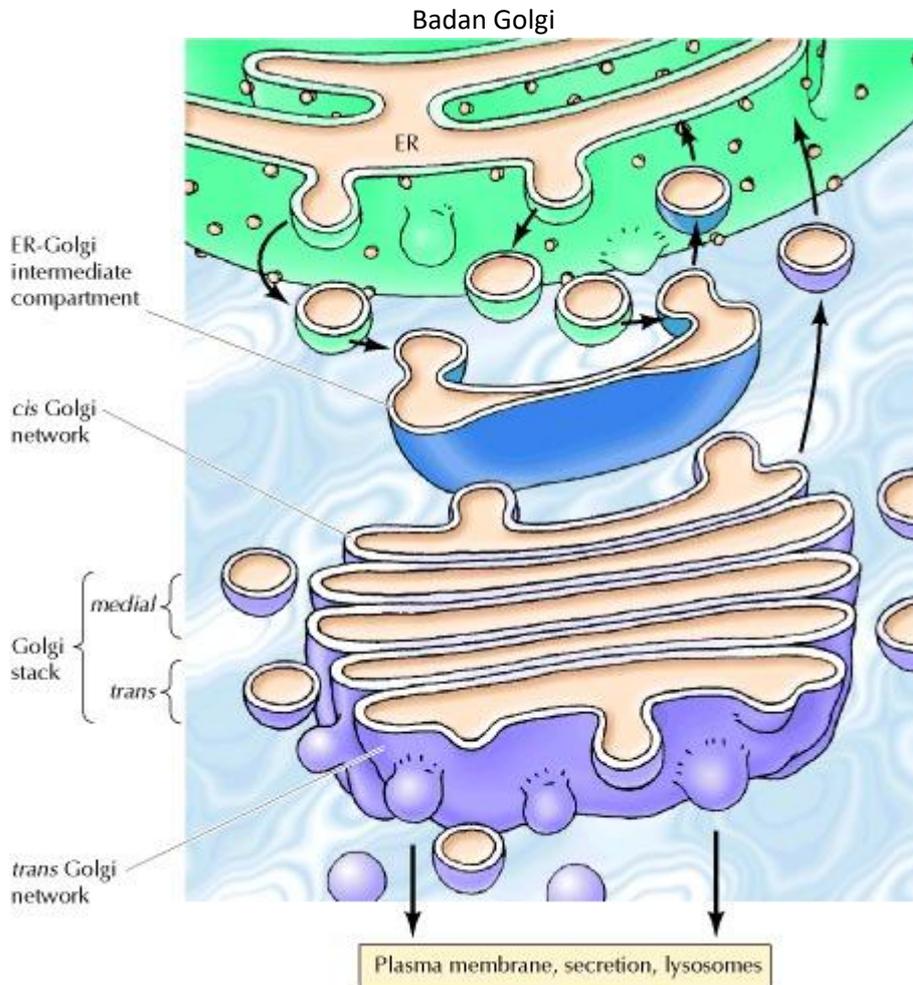
- 1) **Sakula**, adalah gelembung yang bentuknya gepeng mirip cakram dan bertumpuk-tumpuk yang bisa dipisahkan oleh celah yang sempit. Pada Badan Golgi, kedua permukaan Sakula tidak sama, salah satunya cembung, dan sisi lainnya cekung. Di Sakula terdapat gelembung-gelembung yang nantinya akan dilepaskan menjadi butir-butir sekresi dari permukaan cekung dari sakula.
- 2) **Vesikel Sekretoris**, adalah gelembung dari sakula yang ada di bagian tepi. Bagian ini adalah vesikel besar yang langsung berhadapan dengan membran plasma. Nantinya, vesikel sekretoris akan memproses protein pada lumen sakulus yang tersangkut.
- 3) **Mikrovesikel atau Vesikel Transfer**, memiliki ukuran hanya 40 nm, dengan bentuk menyerupai gelembung. Vesikel ini berasal dari retikulum dan terhubung dengan sakula. Pada bagian ini, merupakan bagian pertama Badan Golgi dan berperan penting dalam proses yang terjadi di organel sel ini.

Ciri-ciri Badan Golgi antara lain Bentuk Badan Golgi pada sel eukariotik berbeda-beda, terutama pada susunan kantong yang pipih. Badan Golgi memiliki susunan kantong-kantong pipih. Pada lempengan kantong-kantong atau sisterna pada Badan Golgi dikelilingi oleh membran tunggal. Lebar sisterna bervariasi, mulai dari 500 sampai 1000 nm. Ada beberapa hal yang membedakan Badan Golgi dengan Retikulum Endoplasma serta organel sel lainnya, yaitu: Adanya enzim penanda pada Badan Golgi, Komposisi lemak di Badan Golgi bersifat intermediate sehingga bisa disebut bahwa Badan Golgi adalah organel transisi antar dua organel sel lain, tepatnya antara Retikulum Endoplasma dan Membran Sel.



Gambar 13.1. Struktur Kompleks Golgi

Struktur kompleks golgi ini memiliki bentuk bertumpuk - tumpukan pada kantong - kantong pipih yang sangat kompleks dan pada bagian dalamnya terdapat ruangan kecil yang dikenal dengan vakuola. Organel ini merupakan salah satu organel yang secara aktif berperan dalam sekresi protein. Hasil protein yang telah disintesis oleh RER akan dipindahkan ke dalam kompleks golgi. Disini karbohidrat tambahan dapat dimasukkan kedalamnya, kemudian protein - protein tersebut terkumpul di dalam ruang - ruang kompleks golgi hingga penuh dengan protein. Ruang - ruang tersebut dapat berpindah ke permukaan sel dan mengeluarkan isinya ke bagian luar. Sedangkan ruang - ruang yang berprotein pada kompleks golgi yang lain dapat disimpan di dalam sel sebagai lisosom. Organel ini memiliki membran yang bentuknya berlipat - lipat yang berbentuk seperti panekuk. Enzim yang terdapat di dalam kompleks golgi dapat menyelesaikan pembentukan rantai polipeptida dan lemak yang dikirimkan oleh retikulum endoplasma. Organel ini menyisipkan gugus fosfat atau gula dan memotong rantai polipeptida tertentu, yang menghasilkan produk akhir berupa protein membran, protein untuk sekresi, dan enzim yang akan dipilah dan dikirimkan ke vesikel yang baru yang membawanya ke membran plasma atau lisosom.



Gambar 13.2. Bagian dari kompleks golgi

Bagian cis dan bagian trans pada kompleks Golgi memiliki peran dan fungsi yang berbeda dalam proses pengolahan dan pengemasan molekul. Perbedaan Utama yang dimiliki anatar bagian cis dan trans adalah sebagai berikut :

1) **Bagian Cis**

Fungsi: Bagian cis berfungsi sebagai sisi penerima yang menerima vesikel dari retikulum endoplasma kasar (REK). Vesikel ini mengandung protein dan lipid yang akan diproses lebih lanjut.

Lokasi: Terletak di dekat inti sel, bagian cis merupakan sisi masuk dari kompleks Golgi.

Proses: Setelah menerima vesikel, isi vesikel akan diserap dan diproses sebelum bergerak menuju bagian trans

2) **Bagian Trans**

Fungsi: Bagian trans berfungsi sebagai sisi pengeluaran yang bertanggung jawab untuk pengemasan molekul yang telah dimodifikasi. Di sini, vesikel baru terbentuk dan siap untuk disalurkan ke tujuan akhir, baik ke luar sel melalui eksositosis atau ke organel lain dalam sel

Lokasi: Terletak di sisi yang menghadap membran sel, bagian trans adalah sisi keluar dari kompleks Golgi.

Proses: Setelah pemrosesan di bagian cis, molekul bergerak ke bagian trans, di mana mereka dikemas menjadi vesikel sekretoris untuk distribusi lebih lanjut

Dengan demikian, perbedaan utama antara bagian cis dan trans terletak pada fungsi penerimaan dan pengemasan serta lokasi dalam struktur kompleks Golgi.

C. Fungsi

Secara umum, fungsi Badan Golgi dalam sel adalah sebagai organ sekresi karena mengeluarkan zat yang masih dibutuhkan, dan membentuk enzim yang belum aktif. Selain itu, Badan Golgi berperan dalam pemrosesan protein dan proses vesikel transport. Peran Badan Golgi dalam pemrosesan protein adalah untuk menyimpan, mengemas, melipat, menyortir, dan memodifikasi protein menjadi protein fungsional yang siap untuk disebarkan ke seluruh tubuh. Sementara itu, peran Badan Golgi dalam vesikel transport adalah sebagai perantara protein yang berasal dari RE (Retikulum Endoplasma) untuk dibawa ke luar sel.

Di dalam metabolisme sel, Kompleks Golgi berperan dalam menerima dan mengirim vesikula transport yang berisi protein. Disamping itu juga, Kompleks Golgi dijadikan sebagai tempat terjadinya Glikolasi. Glikolasi ialah suatu proses modifikasi protein yang mensintesis protein dengan mereaksikan glikosilat (gula) secara bersama. Hasil dari Glikolasi ini berupa glikoprotein yang disimpan kemudian dikirimkan ke luar sel oleh vesikula transport. Di samping peranan kompleks Golgi tersebut, Kompleks Golgi juga dapat berperan dalam pembentukan lisosom dan berbagai enzim pencernaan yang belum aktif, misalnya enzim zymogen dan koenzim.

Fungsi Badan Golgi pada Sel Hewan

- 1) Mengemas bahan-bahan sekresi yang akan dikeluarkan dari sel.
- 2) Memproses protein yang sudah disintesis oleh ribosom dari Retikulum Endoplasma.
- 3) Melakukan sintesis polisakarida tertentu.
- 4) Memilih protein untuk beberapa lokasi dalam sel.
- 5) Memperbanyak elemen membran yang baru bagi membran plasma.
- 6) Memproses kembali komponen-komponen membran plasma yang sudah memasuki sitosol selama endositosis.

Fungsi Badan Golgi pada Sel Tumbuhan

- 1) Menerima produk sel dan mengantarkannya ke bagian Vesikula Sekretori.
- 2) Modifikasi protein dari hasil sintesis di Retikulum Endoplasma.
- 3) Mempersiapkan elemen membran untuk melakukan organel.
- 4) Memilih protein yang akan disalurkan ke organel sel lain.
- 5) Membantu menyiapkan elemen-elemen terbentuknya membran plasma baru.

D. Mekanisme Kerja Badan Golgi.

Dalam sel, ada yang namanya proses sintesis protein. Hasil sintesis protein tersebut berlangsung di ribosom dan nantinya ditampung oleh RE. Dari RE,

Badan Golgi

protein mula-mula dimasukkan ke dalam vesikula yang berbentuk seperti gelembung, kemudian gelembung tersebut akan menuju ke Badan Golgi. Protein yang sudah mencapai Badan Golgi akan direaksikan dengan zat-zat lain, seperti direaksikan dengan gliksilat atau gula yang akan menjadi glikoprotein. Di sini, fungsi dari Badan Golgi adalah menambahkan gliksilat pada protein. Selanjutnya, glikoprotein akan dimasukkan ke dalam kantong-kantong sekresi. Kantong tersebut akan keluar dari Badan Golgi melewati sitoplasma ke membran sel yang berada di bagian paling tepi sel. Membran plasma akan membuka dan mengeluarkan protein dari dalam sel ke luar sel. Dengan begitu, proses sekresi protein yang bermula di ribosom, menuju RE, dan ditampung di Badan Golgi telah selesai dikeluarkan ke luar sel.

Kompleks golgi dikenal juga sebagai pusat pembuatan, penggudangan, pemilahan, dan pengiriman karena di dalam organel ini produk - produk hasil olahan yang terjadi di Retikulum Endoplasma misalnya protein, dimodifikasi dan disimpan, yang kemudian dikirimkan ke berbagai tujuan lainnya sehingga kompleks golgi ini sangat ekstensif pada sel - sel yang terspesialisasi untuk sekresi. Proses yang terjadi pada kompleks golgi ini berada pada tumpukan golgi yang memiliki polaritas struktural tersendiri dan pada membran sisternanya memiliki sisi yang berlawanan dalam hal ketebalannya dan juga komposisi molekulernya. Kedua kutub tumpukan golgi disebut sebagai cis dan trans, sisi cis bekerja sebagai bagian penerimaan sedangkan sisi trans bekerja sebagai pengirim pada kompleks golgi. Sisi cis terletak di dekat RE. Kemudian vesikel transport menggerakkan materi dari RE menuju kompleks golgi. Suatu vesikel yang bertunas dari RE dapat menambahkan membrannya dan isi lumennya ke sisi cis dengan cara bergabung dengan membran golgi. Sisi trans memunculkan vesikel yang terlepas dan berpindah ketempat lain.

Produk - produk RE selalu dimodifikasi pada saat pindah dari wilayah cis ke wilayah trans Golgi. Selain aktivitas penyelesaiannya (*finishing*) dilakukan, kompleks Golgi membuat sendiri beberapa makromolekul. Banyak polisakarida yang disekresikan oleh sel yang merupakan produk KG, termasuk pektin dan berbagai polisakarida lainnya yang dibuat oleh sel tumbuhan yang digabung bersama selulosa di dalam dinding selnya. Golgi membuat dan merapikan produknya secara bertahap dengan berbagai sisterna berbeda yang mengandung kumpulan enzim yang unik. Berdasarkan hasil riset terbaru mengenai KG sebagai suatu struktur yang lebih dinamik, ditemukan suatu model yang disebut model pematangan sisterna (*cisternal maturation model*), sisterna golgi bergerak dari sisi cis ke trans, mengangkut dan memodifikasi muatannya sambil bergerak.

Adapun rincian dari model pematangan sisterna (*cisternal maturation model*), yaitu :

- 1) Vesikel bergerak dari RE ke Golgi
- 2) Vesikel bergabung dan membentuk sisterna cis Golgi baru

- 3) Pematangan sisterna : sisterna Golgi bergerak dengan arah cis ke trans
- 4) Vesikel terbentuk dan meninggalkan Golgi, mengangkut protein - protein spesifik ke lokasi lain atau ke membran plasma untuk sekresi.
- 5) Vesikel mentranspor beberapa protein mundur ke sisterna Golgi yang kurang matang, tempat protein itu berfungsi.
- 6) Vesikel juga mentranspor protein tertentu kembali ke RE, tempat protein tersebut berfungsi.

Sebelum Komplek Golgi melepaskan produknya melalui pertunasan vesikel dari sisi trans, tumpukan Golgi memilah produk dan menentukan tujuannya pada berbagai bagian sel. Terakhir, vesikel transpor yang bertunas dari Golgi mungkin memiliki molekul eksternal pada membrannya yang mengenali "tempat bongkar muat" pada permukaan organel spesifik atau pada membran plasma, sehingga vesikel pun tiba di target yang tepat.

E. Efek Kerusakan Badan Golgi pada Kesehatan Manusia

Kerusakan pada kompleks Golgi dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang mempengaruhi fungsi dan integritas organel ini. Beberapa penyebab utama kerusakan Badan Golgi pada sel manusia adalah (1) **Stres Oksidatif**, yang terjadi ketika ada ketidakseimbangan antara produksi radikal bebas dan kemampuan tubuh untuk menetralsirnya. Radikal bebas dapat merusak struktur membran dan protein dalam kompleks Golgi, mengganggu fungsinya dalam pemrosesan dan pengemasan protein. (2) **Penyakit Genetik**, Beberapa penyakit genetik dapat mempengaruhi fungsi kompleks Golgi. Misalnya, gangguan pada gen yang terlibat dalam sintesis atau transportasi protein dapat menyebabkan akumulasi protein yang tidak terproses dengan baik, yang dapat merusak Golgi. (3) **Infeksi Virus**, Infeksi virus tertentu, seperti virus influenza atau HIV, dapat mengganggu fungsi kompleks Golgi. Virus ini sering memanfaatkan jalur transportasi seluler, termasuk jalur Golgi, untuk replikasi dan penyebaran, yang dapat menyebabkan disfungsi organel ini. (4) **Paparan Toksin**, Paparan terhadap berbagai toksin, termasuk bahan kimia berbahaya dan obat-obatan tertentu, dapat merusak membran Golgi atau mengganggu proses biokimia di dalamnya. Toksin ini dapat mengubah struktur lipid atau protein yang diperlukan untuk fungsi normal Golgi. (5) **Perubahan pH Seluler**, Perubahan pH dalam sel dapat mempengaruhi aktivitas enzim di dalam kompleks Golgi. Enzim-enzim ini penting untuk modifikasi protein dan lipid; jika aktivitasnya terganggu, maka pemrosesan di Golgi juga akan terhambat. (6) **Gangguan Metabolisme**, Gangguan dalam jalur metabolisme tertentu, seperti metabolisme lipid atau glikoprotein, dapat menyebabkan akumulasi zat-zat yang tidak terproses di dalam kompleks Golgi. Ini dapat mengganggu fungsi normal organel dan menyebabkan kerusakan lebih lanjut

Badan Golgi

Badan Golgi berperan penting untuk sekresi protein pada sel. Apabila Badan Golgi pada sel manusia bermasalah, akan terjadi masalah di tubuh manusia. Antara lain :

1. Penyakit Neurodegeneratif

Kerusakan pada kompleks Golgi telah dikaitkan dengan beberapa penyakit neurodegeneratif, termasuk:

- **Penyakit Alzheimer:** Gangguan dalam pengolahan protein dapat menyebabkan akumulasi beta-amiloid, yang berkontribusi terhadap perkembangan penyakit ini.
- **Penyakit Parkinson:** Disfungsi Golgi dapat mempengaruhi transportasi protein yang penting untuk fungsi neuron, berkontribusi pada kematian sel saraf.
- **Penyakit Creutzfeldt-Jakob:** Kerusakan pada Golgi dapat mempengaruhi pengolahan prion, yang terkait dengan penyakit ini

2. Penyakit Autoimun

Kompleks Golgi juga berperan dalam regulasi sistem imun. Kerusakan pada organel ini dapat menyebabkan protein di dalamnya menjadi target bagi respons autoimun, yang dapat memicu berbagai penyakit autoimun.

3. Gangguan Metabolisme

Disfungsi kompleks Golgi dapat mengganggu metabolisme lipid dan protein, yang dapat berdampak pada berbagai proses biokimia dalam tubuh. Ini termasuk gangguan dalam pembentukan membran sel dan lisosom, yang penting untuk pencernaan seluler dan sekresi

4. Atrofi Sistem

Kerusakan pada kompleks Golgi juga telah dihubungkan dengan atrofi sistem, di mana terjadi penurunan fungsi atau ukuran organ atau jaringan akibat disfungsi seluler

F. Diagnosis kerusakan Badan Golgi pada tubuh manusia

Diagnosis kerusakan pada kompleks Golgi dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan yang melibatkan pemeriksaan klinis, analisis laboratorium, dan teknik pencitraan. Beberapa metode pemeriksaan laboratorium dapat digunakan antara lain menggunakan **Mikroskopi Elektron**, yang memungkinkan visualisasi detail struktur seluler, termasuk kompleks Golgi. Metode ini dapat digunakan untuk mengamati morfologi dan integritas Badan Golgi pada tingkat yang sangat tinggi untuk mendeteksi perubahan struktural pada kompleks Golgi yang mungkin menunjukkan kerusakan. **Analisis Protein dan Enzim**, Uji biokimia dapat dilakukan untuk mengukur aktivitas enzim yang biasanya dimodifikasi oleh Badan Golgi. Penurunan aktivitas enzim tertentu dapat mengindikasikan disfungsi, untuk menilai apakah protein dan lipid diproses dengan benar atau terakumulasi akibat kerusakan. **Immunofluoresensi**, teknik ini

menggunakan antibodi yang ditandai fluoresen untuk mendeteksi protein spesifik dalam sel. Dengan menandai protein yang terkait dengan fungsi Badan Golgi, peneliti dapat mengamati distribusi dan integritas organel ini untuk mengevaluasi apakah ada akumulasi atau distribusi abnormal dari protein yang biasanya diproses oleh Badan Golgi. **Tes Genetik**, dapat dilakukan untuk mencari mutasi atau kelainan genetik yang mempengaruhi fungsi Badan Golgi untuk mengidentifikasi penyebab genetik dari kerusakan fungsi kompleks Golgi. **Profil Lipid dan Glikoprotein**, pengujian untuk menganalisis profil lipid dan glikoprotein dalam sel dapat memberikan wawasan tentang bagaimana kerusakan Badan Golgi mempengaruhi metabolisme lipid dan sintesis glikoprotein, untuk menilai dampak kerusakan pada metabolisme seluler secara keseluruhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alberts, B., Johnson, A., Lewis, J., Raff, M., Robert, K., Walter, P. 2008. *Molecular Biology of the The Cell*. Garland Science, Taylor and Francis Group.
- Berg, J.M., Timoczko, J. L. Stryer, L., Fifth edition. *Biochemistry*. W. H. Freeman and Company
- Bruce Alberts, Alexander Johnson, Julian Lewis, Martin Raff, Keith Roberts, P.W., 2008. *Molekular Biologi of The Cell*,
- Campbell, Reece, Mitchel. 2002. *Biologi*. Jakarta: Erlangga
- Cooper GM. *The Cell: A Molecular Approach*. 2nd edition. Sunderland (MA): Sinauer Associates; 2000. The Golgi Apparatus. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK9838/>
- Nurhayati, B & Darmawati, S. 2017. *Bahan ajar TLM Biologi sel & molekuler*. Penerbit Kemenkes RI.

BIODATA PENULIS



Baterun kunsah., lahir di Jawa timur, Kab Malang, 11 September 1980. Jenjang Pendidikan S1 ditempuh di Institut Teknologi Nasional, Kota Malang lulus tahun 2002. Pendidikan S2 kimia Bidang Minat Biokimia, lulus tahun 2012 di Universitas Airlangga Surabaya dan saat ini sedang menempuh studi S3 ilmu kedokteran pada Fakultas Kedokteran di Universitas Airlangga Surabaya. Saat ini merupakan dosen tetap pada program studi STr TLM Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surabaya. Beberapa buku yang sudah di terbitkan antara lain Biologi Sel, Biokimia 1, Biokimia 2 Toksikologi Klinik, Biologi Molekuler dalam dunia kesehatan.