

# Otak Manusia Kembali Dipetakan Apa Tujuannya?

marwah

**Penulis: Baharuddin Baharuddin\* – Ria Fajarwati Kastian\*\* – Rizal Azis\*\*\***

[HERALD.ID](https://herald.id) – Pendalaman akan neurosain moderen terjadi pada awal abad ke-20. Hal Ini dikuatkan ketika Santiago Ramón y Cajal berhasil mempublikasikan ilustrasi neuron otak kecil dari ayam dalam Estructura de los centros nerviosos de las aves tepatnya pada 1905.

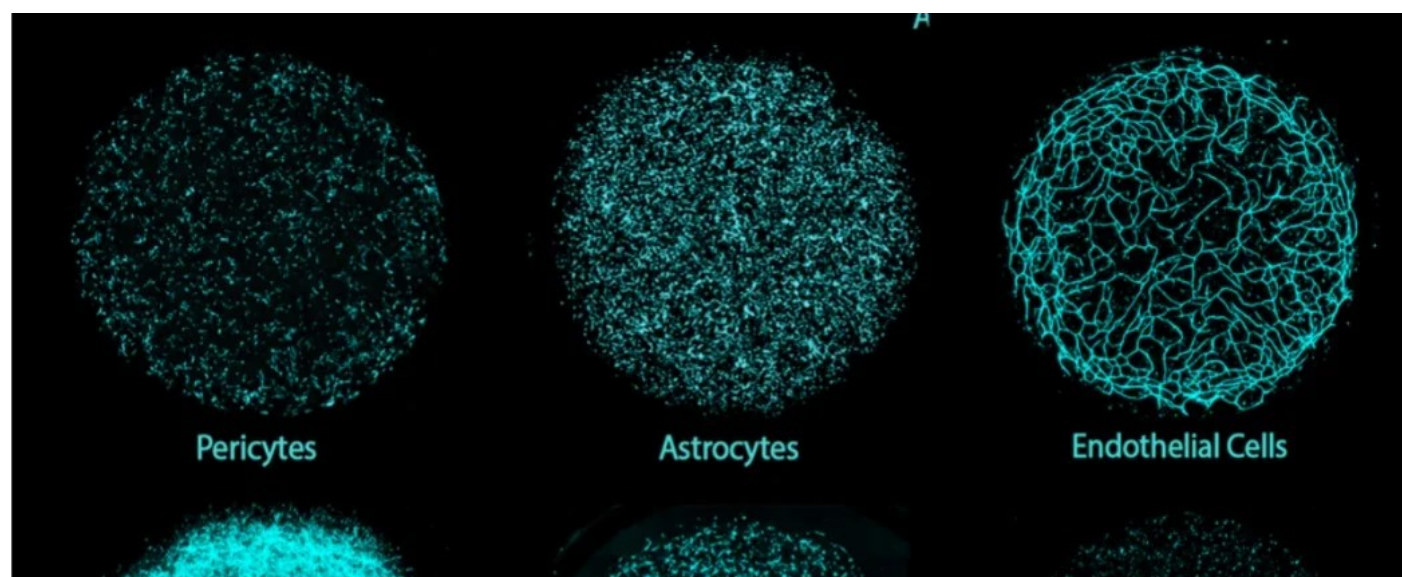
Fase ini menjadi fondasi kuat akan neuroscience moderen. Periode terbentuk pemahaman bahwa otak tersusun atas unit seluler yang terpisah namun saling terhubung. Berkat analisis kuat dan mendalam ini, Cajal kemudian dikenal sebagai

bapak neurosains moderen. Namun lebih dari satu abad kemudian setelah Ramon y Cajal, tantangan terbesar riset otak tetap sama, yaitu bagaimana merekonstruksi kompleksitas interaksi antar sel otak manusia secara utuh dan fungsional di luar tubuh manusia. Ada banyak institusi yang melakukan penelitian akan ini.

Massachusetts Institute of Technology kembali menegaskan posisinya sebagai salah satu pusat inovasi sains terdepan dunia melalui pengembangan miBrain (Multicellular Integrated Brain). Sebuah 3D human brain tissue model pertama yang berhasil mengintegrasikan seluruh komponen utama otak manusia dalam satu sistem in vitro.

Pencapaian ini bukan sekadar kemajuan teknis, melainkan lompatan konseptual dalam cara ilmuwan memahami arsitektur otak manusia dan penyakit neurodegeneratif.

Mengembangkan miBrain merupakan pekerjaan yang sangat rumit dan menantang. Selama puluhan tahun, riset otak terjebak pada dua pilihan ekstrem: kultur sel sederhana yang cepat namun miskin interaksi biologis, atau model hewan yang kompleks tetapi sering kali gagal merepresentasikan kondisi manusia secara akurat.





miBrain hadir sebagai jalan tengah yang elegan dan rasional. Model ini dibangun menggunakan induced pluripotent stem cells (iPSCs) dan menggabungkan enam tipe sel utama otak manusia, neurons, astrocytes, oligodendroglia, microglia, endothelial cells, dan pericytes yang secara mandiri mampu membentuk neurovascular unit serta blood–brain barrier fungsional.

Keunggulan utama miBrain terletak pada kemampuannya menangkap cell–cell interaction yang selama ini hilang dalam kultur konvensional. Dalam aplikasi awal pada Alzheimer’s disease, peneliti menunjukkan bahwa astrocytes dengan varian genetik APOE4 hanya menampilkan perilaku patologis ketika berada dalam lingkungan multiseluler miBrain.

Artinya, patologi otak tidak muncul dari satu sel secara terisolasi, tetapi merupakan hasil dialog biologis yang kompleks antar sel, terutama antara astrocytes dan microglia. Temuan ini memberikan bukti kuat bahwa neuroinflammation dan akumulasi phosphorylated tau bersifat kolektif, bukan individual.

Riset yang dipimpin oleh Li-Huei Tsai bersama Robert Langer, dan dipublikasikan di *Proceedings of the National Academy of Sciences (PNAS)*, menandai perubahan paradigma penting dalam neuroscience modern. miBrain membuka peluang besar bagi precision medicine, pengembangan obat yang lebih relevan secara biologis, serta pengurangan ketergantungan pada animal models.

Dengan adanya miBrain ini, otak manusia tidak lagi hanya dipelajari melalui potongan sel atau organisme lain, tetapi melalui sistem hidup mini dalam skala in vitro yang mendekati realitas biologisnya sendiri.

Inilah langkah penting menuju masa depan riset otak yang lebih presisi, manusiawi, dan translasional.

Jika sudah semakin canggih dan masif kedepan mungkin saja akan menjadi solusi dalam pembiayaan, membuat intervensi tentang otak menjadi lebih murah.

## Referensi

A.E. Stanton, A. Bubnys, E. Agbas, B. James, D.S. Park, A. Jiang, R.L. Pinals, L. Liu, N. Truong, A. Loon, C. Staab, O. Cerit, H. Wen, D. Mankus, M.E. Bisher, A.K.R. Lytton-Jean, M. Kellis, J.W. Blanchard, R. Langer, & L.Tsai, Engineered 3D immuno-glial-neurovascular human miBrain model, *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 122 (42) e2511596122, <https://doi.org/10.1073/>

pnas.2511596122.

Jiang, K. (2018, March 30). Butterflies of the soul: New study sheds light on the developmental origins of interneurons. Harvard Medical School. <https://hms.harvard.edu/news/butterflies-soul>

\*Dosen dan Peneliti Bidang Biokimia

Fakultas Kedokteran Universitas Surabaya, Surabaya, Jawa Timur, 60293, Indonesia.

baharuddin@staff.ubaya.ac.id | 085-218-057514

\*\*Peneliti Ahli Muda, Pusat Riset Rekayasa Genetika, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)

Laboratorium Genomik, KST Soekarno BRIN Cibinong, Bogor, Jawa Barat

riafo02@brin.go..id | 081-188-805749

\*\*\*Assistant Professor in Translational Stem Cell Engineering, Immunoengineering, and Cancer

Biology Teknik Biomedik, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

rizal@eng.ui.ac.id | 089-5011-89259