SEMBIO: Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pendidikan Biologi
Volume 4, 2025, pp. 11-18
ISSN 2987-002X (Online)
DOI: https:// 10.59672

SINERGITAS OTAK KIRI DAN KANAN DALAM PEMBELAJARAN BIOLOGI

I Made Subrata *)[1], I Gusti Ayu Rai[2]
[1]Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Denpasar, Indonesia; *madesubrata@mahadewa.ac.id
[2]Universitas PGRI Mahadewa Indonesia, Denpasar, Indonesia; gustiayurai64@gmail.com
*)Corresponding author; E-mail addresses: madesubrata@mahadewa.ac.id

ARTICLE INFO
Article history
Received April 12, 2025
Revised May 8, 2025
Accepted May 25, 2025
Available online June 11, 2025

Keyword: synergy, left brain, right brain

Copyright © by Author. Published by
Prodi Pendidikan Biologi
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas PGRI Mahadewa Indonesia

Abstract. Biology is a sub-field of natural science that focuses on studying living things, including humans, animals, and plants, and their interactions with the environment. This field is based on ideas that can be felt through the use of scientific methods. In applying scientific methods in biology learning, synergy between all parts of the brain is absolutely necessary so that learning objectives can be achieved optimally. In the brain there are three ways of thinking, namely rational intelligence, emotional intelligence and spiritual intelligence. The three intelligences are divided into two hemispheres of the brain, namely the left brain and the right brain. Learning a field of science that also implicitly must instill hard skills and soft skills, should optimize the function of all parts of the brain to express the three aspects of intelligence. The cooperative learning model is very relevant to optimizing brain function, because there is cooperation to help each other, tolerate each other, and motivate each other so that harmony is created. The humanities aspect in learning also needs to be created. The learning environment also needs to be attempted to create a relaxed, friendly and enjoyable learning situation to be able to optimize the function of the right brain to support the work of the left brain in processing learning materials.

PENDAHULUAN

Kemajuan dan perkembangan suatu bangsa tergantung pada kualitas pendidikan. Pendidikan dapat mewujudkan semua potensi manusia baik sebagai pribadi maupun sebagai warga masyarakat. Perkembangan zaman, menuntut peningkatan kualitas individu sehingga di manapun dia berada dapat digunakan (siap pakai) setiap saat. Kualitas hidup yang diharapkan adalah adanya keseseimbangan antara kemampuan kognitif, afektip dan psikomotorik. Hal ini sesuai dengan amanah Undang-Undang Sisdiknas Tahun 2003 yang bertujuan agar Pendidikan tidak hanya membentuk insan Indonesia yang cerdas, namun juga berkepribadian atau berkarakter, sehingga lahir generasi bangsa yang tumbuh dan

berkembang dengan karakter yang memiliki nilai-nilai luhur budaya bangsa serta agama (Subrata, 2023).

Biologi merupakan sub-bidang ilmu pengetahuan alam yang fokus mengkaji makhluk hidup, termasuk manusia, hewan, dan tumbuhan, serta interaksi nya dengan lingkungan. Bidang ini didasarkan pada ide-ide yang dapat dirasakan melalui penggunaan metode ilmiah (Rustaman, 2005 *dalam* Syam & Sujarwo, 2023).

Pembelajaran biologi sering tidak disukai oleh siswa sekolah menengah, karena dianggap pelajaran yang dominan menghafal. Hal ini mungkin disebabkan pemahaman peserta didik yang kurang tentang objek studi biologi serta manfaat pembelajaran biologi dalam kehidupan. Faktor guru juga sangat berperan penting dalam penerapan pendekatan pembelajaran sehingga peserta didik memiliki rasa simpati dan empati terhadap ilmu biologi. Metode ilmiah yang diterapkan dalam pembelajaran biologi akan lebih meningkatkan pemahaman peserta didik bahwa betapa pentingnya peranan biologi dalam kehidupan sehari-hari, serta betapa mudahnya ilmu biologi itu untuk dipelajari.

Salah satu hal penting yang diterapkan dalam pembelajaran biologi yaitu mengupayakan optimalisasi kerja otak, terutama keseimbangan kinerja otak belahan kiri dan belahan kanan. Salah satu model pembelajaran yang dapat mengakomodasi hal tersebut adalah model pembelajaran berbasis otak (*Brain Based Learning*/BBL). Model pembelajaran berbasis otak bertujuan untuk mengembangkan lima sistem pembelajaran alamiah otak yang dapat mengembangkan potensi otak dengan maksimal, yaitu: sistem pembelajaran emosional, sosial, kognitif, fisik, dan reflektif. Kelima sistem pembelajaran tersebut saling mempengaruhi dan tidak dapat berdiri sendiri (Given, 2007 *dalam* Widiana dkk., 2017).

Optimalisasi potensi otak merupakan tujuan utama dari berbagai riset di bidang pendidikan. Para ahli mulai menyadari bahwa menyeimbangkan fungsi otak kanan dan otak kiri menjadi hal yang penting (Sadiqin dkk., 2017). Bidang sains, termasuk pembelajaran biologi memiliki keterkaitan yang khas karena dalam memahami fenomena biologi sangat membutuhkan hasil analisis pengetahuan dari kinerja otak kiri dan otak kanan. Otak belahan kiri bekerja dalam menganalisis logika, definisi, teori, fakta, perhitungan, dan ranah konkrit lainnya. Otak belahan kanan berfungsi dalam kreativitas, irama, perasaan, imajinasi, gambaran ruang, warna, dan ranah asbtrak lainnya (De Potter, 1999). Komponen otak kanan sangat berperan dalam melengkapi pengetahuan peserta didik ketika berhadapan dengan konten yang bersifat desain abtsrak seperti reaksi terang dan reaksi gelap fotosintesis, siklus Krebs, dan topik-topik lain yang berkaitan dengan proses biokimia dalam sel hidup.

Tujuan penulisan artikel ini adalah untuk mengungkapkan bagian-bagian otak pada manusia, fungsi otak kiri dan otak kanan serta sinergitasnya dalam memahami materi pada pembelajaran biologi. Artikel ini tergolong pemikiran konseptual karena bersumber dari kajian pustaka.

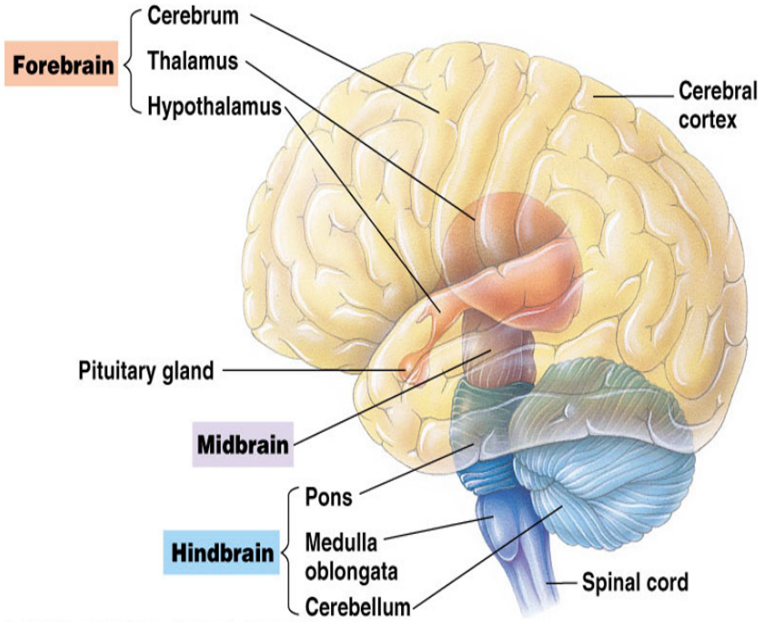
METODE

Penulisan artikel ini dilakukan dengan metode kajian pustaka yang bersumber dari buku, prosiding, dan jurnal serta dikaitkan dengan pengalaman dalam pembelajaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tinjauan Singkat tentang Otak pada Manusia

Otak terletak dalam batok kepala dan melanjut menjadi saraf tulang belakang (*medulla spinalis*). Berat otak kurang lebih 1400 gram atau kira-kira 2% dari berat badan. Tidak ada hubungan langsung antara berat otak dan besarnya kepala dengan dengan tingkat kecerdasan. Otak bertambah besar, namun tetap berada dalam tengkorak sehingga semakin lama akan semakin berlekuk lekuk. Semakin dalam lekukan pertanda semakin banyak informasi yang disimpan, dan otak semakin cerdas (Gambar 1).



Gambar 1. Anatomi Otak Manusia
(Sumber : Campbell & Reece, 2005)

Apabila otak dibelah secara vertikal, akan terlihat otak bagian luar (*cortex cerebri*) yang berwarna abu-abu, dan otak bagian dalam yang berwarna putih. *Cortex cerebri* mempunyai tiga fungsi yaitu: 1) sensorik yang berfungsi untuk menerima masukan; 2) asosiasi yang bertugas mengolah masukan, dan 3) motorik yang bertugas mereaksi masukan dengan gerakan tubuh. Masukan informasi dari luar ditangkap melalui panca indra baik penglihatan, pendengaran, penciuman, perabaan, maupun pengecapan. Sebagai contoh apabila telinga menerima masukan suara maka akan dibawa oleh saraf pendengaran ke pusatnya di *cortex* bagian samping. Selanjutnya masukan dikirim ke daerah asosiasi untuk dicocokkan makna katanya. Akhirnya dikirim ke pusat bicara di *cortex* depan untuk kemudian diperintahkan lidah dan tangan agar bertindak sebagai reaksinya. Semua proses tersebut disimpan di gudang memori dalam *cortex* untuk sewaktu-waktu dapat dipanggil kembali. Kejadian puluhan tahun yang lalu tetap tersimpan secara baik, bahkan diduga gudang memori masih menyimpan kejadian ratusan tahun lalu yang diturunkan dari generasi ke generasi. Hal inilah yang kemudian membentuk insting dan reaksi tak terduga dari manusia jika berhadapan dengan hal yang dahulu pernah dihadapi oleh nenek moyangnya.

Otak menyimpan informasi dengan menggunakan asosiasi. Apabila ada penguatan informasi lama dan penambahan informasi baru maka sel-sel otak segera berkembang membentuk hubungan-hubungan baru. Semakin banyak jalinan saraf terbentuk, semakin

lama dan kuat informasi itu disimpan. Hubungan antar sel saraf terjadi di sinaps yang mengubah energi listrik menjadi energi kimia dengan mengeluarkan neurotransmiter. Energi kimia ini kemudian diubah menjadi energi listrik kembali pada sel saraf berikutnya. Rangsangan yang terus-menerus akan mempercepat jalannya energi listrik di saraf, dan energi kimia di sinaps sehingga akan membuat otak semakin segar. Inilah beda mendasar antara otak dan komputer, meskipun komputer dirancang atas dasar prinsip kerja otak. Semakin digunakan, komputer akan semakin aus, sedangkan otak semakin canggih karena ia mengikuti hukum "*use it or lose it*" (gunakan atau hilang) seperti halnya otot dan tulang manusia.

Ada tujuh jenis kecerdasan yang dikemukakan oleh Gardner (1999) *dalam* Kushartanti (2004) yaitu: linguistik, matematika, spasial, kinestetik, musik, antar pribadi, dan interpribadi. Selanjutnya Gardner juga menambahkannya lagi dengan tiga kecerdasan penting yaitu: kecerdasan naturalis, eksistensia, dan spiritual. Masih banyak misteri yang belum terungkap tentang otak. Dari apa yang telah terungkap dirumuskan 10 Hukum Dasar Otak Dryden, (2001) *dalam* Kushartanti (2004) sebagai berikut: (1) Otak menyimpan informasi dalam sel-sel sarafnya; (2) Otak mempunyai komponen untuk menciptakan kebiasaan dalam berpikir dan berperilaku; (3) Otak menyimpan informasi dalam bentuk kata, gambar, dan warna; (4) Otak tidak membedakan fakta dan ingatan. Otak bereaksi terhadap ingatan sama persis dengan reaksinya terhadap fakta; (5) Imajinasi dapat memperkuat otak dan mencapai apa saja yang dikehendaki; (6) Konsep dan informasi dalam otak disusun dalam bentuk pola pola; (7) Alat indra dan reseptor saraf menghubungkan otak dengan dunia luar. Latihan indra dan latihan fisik dapat memperkuat otak; (8) Otak tak pernah istirahat. Ketika otak rasional kelelahan dan tak dapat menuntaskan pekerjaan, otak intuitif akan melanjutkannya; (9) Otak dan hati berusaha dekat. Otak yang diasah terus-menerus akan menjadi semakin bijak dan tenang; (10) Kekuatan otak juga ditentukan oleh makanan yang dikonsumsi.

Eksplorasi otak selama era otak (*Brain Era*) yaitu tahun 1990-2000 berhasil menunjukkan fakta bahwa otak menyediakan komponen anatomis untuk aspek rasional (*Intelligence Quotient* = IQ), aspek emosional (*Emotional Quotient* = EQ), dan aspek spiritual (*Spiritual Quotient* = SQ). Seperti diketahui bahwa dalam satu otak memang ada tiga cara berpikir yaitu rasional, emosional, dan spiritual. Padji (2003) menguraikan, keseluruhan fungsi otak berpusat pada kedua belahan otak, yaitu ada fungsi-fungsi yang berpusat pada belahan otak kanan, ada fungsi-fungsi yang berpusat pada belahan otak kiri (Tabel 1).

Tabel 1. Deskripsi Perbedaan Fungsi Otak Kiri dan Kanan

Otak Kiri	Otak Kanan
Menjelaskan dengan kata-kata	Menjelaskan dengan gambar
Mengingat dengan bahasa	Mengingat dengan gambaran /bayangan
Berpikir secara bertahap	Berpikir secara global
Mengendalikan emosi	Menyatakan emosi
Memandang hidup dengan serius	Memandang hidup dengan santai
Bekerja dengan fakta	Bekerja dengan gambaran
Menganalisis	Membuat sintesis/perpaduan
Berpikir logis	Berpikir secara intuitif
Tugas-tugas praktis	Tugas-tugas abstrak
Kegiatan yang terpola	Kegiatan yang terbuka/bebas
Organisasi	Improvisasi

Otak Rasional dan Pembelajaran

Otak rasional berpusat di cortex cerebri atau bagian luar otak besar yang berwarna abu-abu dengan ukuran 80% dari volume seluruh otak. Besarnya volume cortex memungkinkan manusia berpikir secara rasional dan menjadikan manusia berbudaya. Semakin berbudi dan berbudaya, manusia akan menggeser perilakunya lebih ke pusat berpikir rasional. Secara anatomis, di dalam cortex cerebri terdapat lobus frontal (di dahi), lobus occipital (di kepala bagian belakang), lobus temporal (di seputaran telinga), dan lobus parietal (di puncak kepala) (Husein dkk., 2018).

Cortex cerebri ini terbelah menjadi otak kiri dan kanan. Otak kiri dengan cara berpikir yang linier dan sekuensial, dan otak kanan dengan kreativitasnya akan bekerjasama untuk memahami dan memecahkan permasalahan secara holistik. Sistem pendidikan yang baik harus dapat menyediakan model pembelajaran untuk optimalisasi kedua belah otak.

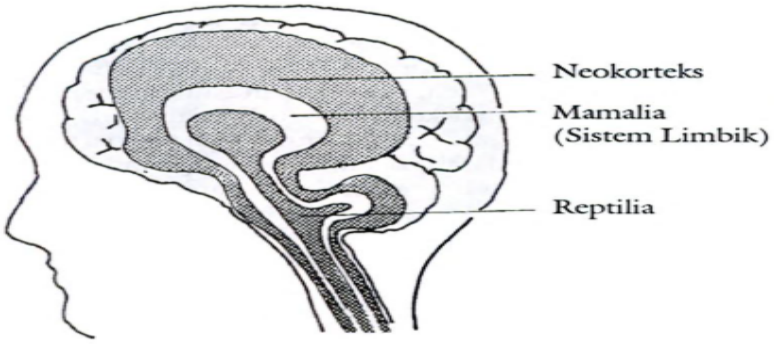
Dalam *cortex cerebri* terdapat *lobus frontal* (di dahi), *lobus occipital* (di kepala bagian belakang), *lobus temporal* (di seputaran telinga), dan *lobus parietal* (di puncak kepala). *Lobus frontal* bertanggung jawab untuk kegiatan berpikir, perencanaan, dan penyusunan konsep. *Lobus temporal* bertanggung jawab terhadap persepsi suara dan bunyi. Memori dan kegiatan berbahasa (terutama pada otak kiri) juga menjadi tanggung jawab *lobus* ini. *Lobus parietal* bertanggung jawab juga untuk kegiatan berpikir terutama pengaturan memori. Bekerjasama dengan *lobus occipital* ia turut mengatur kerja penglihatan. Lobus-lobus otak menjadi penting karena mereka menyokong *cortex cerebri* yang mengemban fungsi vital terutama untuk berpikir rasional dan daya ingat. Di *lobus temporal* ini juga terjadi pemaknaan dari apa yang didengar dan dicium. Pendidikan yang ada sekarang terlalu berfokus ke otak kiri, padahal untuk menjadi pintar otak kanan harus difungsikan seperti otak kiri. Otak kiri berkaitan dengan kata-kata dan bahasa, sedangkan otak kanan dengan musik, gambar, dan warna. Memahami emosi dari peserta didik merupakan salah satu kunci untuk membangun motivasi belajar mereka. Jika informasi hanya dikemas dalam bentuk kata, ia hanya disimpan dalam otak kiri, sedangkan apabila dikemas juga dalam bentuk gambar yang penuh warna, otak kanan juga akan ikut menyimpannya. Dengan demikian informasi yang disajikan dalam paduan kata dan gambar akan lebih cepat terserap dan tersimpan. Dalam pendidikan karakter hal ini terkait dengan olah pikir.

Pembelajaran yang tepat untuk mengoptimalakan fungsi otak rasional adalah: (1) Melaksanakan pembelajaran dengan berbagai variasi stimulus, yaitu penggunaan gambar sebagai media pembelajaran sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik penggunaan papan tulis dengan spidol berwarna, penggunaan slide dengan animasi yang menarik, pengunaan CD pembelajaran, variasi suara dan gerakan guru yang tidak monoton sehingga ada aspek penekanan pada hal-hal yang penting; (2) Pembelajaran diawali dengan penyampaian tujuan dan peta konsep agar tercipta sistematika berpikir secara runut; (3) Ruangan kelas dijaga supaya tetap sejuk, bersih, dinding ruangan dihiasi dengan gambar-gambar yang menarik dan berwarna warni serta aroma ruangan yang wangi; (4) Pembelajaran diselingi dengan musik, sehingga perlu dipasang alat audio visual; (5) Diupayakan pembelajaran dengan rasa humor yang cukup; (6) Dilaksanakan penilaian proses (*authentic assessment*); (7) Diciptakan motivasi belajar yang tinggi dengan pemberian penghargaan bagi siswa yang berprestasi (Sadiman dkk., 1986).

Otak Emosional dan Pembelajaran

Otak emosional berpusat di *sistem limbik* (Gambar 2). Sistem ini secara evolusi jauh lebih tua daripada bagian *cortex cerebri*. Hal ini menunjukkan bahwa perkembangan otak manusia dimulai dengan pikiran emosional sebelum pikiran rasional berfungsi untuk

merespon lingkungan. Keputusan bijak dan cerdas merupakan hasil kerjasama antara otak emosional dengan otak rasional. Kecerdasan emosional didefinisikan sebagai kemampuan untuk memotivasi diri sendiri dan bertahan menghadapi frustrasi, mengendalikan dorongan hati, dan tidak melebih-lebihkan kesenangan, mengatur suasana hati dan menjaga agar beban stres tidak melumpuhkan kemampuan berpikir, berempati, dan berdoa.



Gambar 2. Sistem Limbik (Otak Mamalia)
(De Potter, 1999)

Suasana hati positif seperti perasaan senang dan santai sebelum dan pada saat belajar akan mempertinggi efektivitas belajar. Guru sering mengabaikan penciptaan suasana belajar yang menyenangkan. Sehebat apapun paparan yang disampaikan guru, peserta didik baru menerima sebagai kebenaran apabila emosinya telah mengatakan bahwa hal itu benar. Dengan demikian seseorang baru merasa bahwa sesuatu itu benar atau penting kalau sistem limbik menerima hal itu sebagai sesuatu yang benar dan penting. Untuk itulah pada saat meyakinkan peserta didik, guru harus menggunakan suara lantang dinamis dan ekspresi kuat penuh perasaan.

Kecerdasan emosional bertumpu pada hubungan antara perasaan, watak, dan naluri moral. Banyak bukti menunjukkan bahwa sikap dan etika dasar dalam kehidupan berasal dari kemampuan emosional. Kemampuan mengendalikan dorongan hati merupakan basis kemauan (*will*) dan watak (*character*), sedangkan cinta sesama merupakan akar dari empati. Kurikulum berbasis kompetensi yang dikelola dengan benar sangat memungkinkan untuk memenuhi kebutuhan pengajaran tersebut. Kecerdasan emosional pada dasarnya terdiri atas lima wilayah yaitu: 1) mengenali emosi diri; 2) mengelola emosi; 3) memotivasi diri; 4) mengenali emosi orang lain, dan 5) membina hubungan.

Pembelajaran dengan model pembelajaran kooperatif mendorong berfungsinya otak emosional. Pembelajaran kooperatif dilaksanakan dengan membentuk kelompok yang anggotanya heterogen berjumlah 4 orang, akan terjadi peristiwa saling bantu, saling diskusi, menekan persaingan antar individu, memacu kemampuan anggota kelompok, meningkatkan rasa tanggung jawab masing-masing anggota kelompok, meningkatkan toleransi, rasa simpati dan empati sesama anggota kelompok (Slavin, 2005). Banyak model pembelajaran kooperatif yang bisa dipilih tergantung faktor pendukung yang ada. Model manapun yang dipilih akan tercipta suasana pembelajaran yang bersifat humaniora (Sumaji dkk., 1998).

Otak Spiritual dan Pembelajaran

Otak intuitif dan nalar spiritual realitas kinerja otak disamping belahan kiri dan kanan, yaitu otak tengah atau otak intuitif. Otak intuitif adalah kelanjutan dari otak rasional melalui otak kreatif (Husein dkk., 2018).

Otak spiritual merujuk pada hubungan antara aktivitas otak dan pengalaman spirital atau keagamaan. Pengalaman spiritual melibatkan berbagai area otak termasuk korteks parietal korteks prefrontal dan sistem limbik. Otak spiritual, tempat terjadinya kontak dengan Tuhan, hanya akan berperan jika otak rasional dan panca indra telah difungsikan secara optimal. Kegiatan spiritual yang bisa berperan sebagai pendukung proses pembelajaran adalah mengucapkan salam umat sebelum pembelajaran dimulai dan setelah berakhirnya pembelajaran, di Bali yang mayoritas beragama Hindu, diupayakan setiap hari menghaturkan sesajen berupa *canang* di ruang kelas, serta melaksanakan persembahyangan bersama setiap hari Purnama (bulan penuh) dan hari Tilem (bulan mati) di tempat suci yang ada di lingkungan lembaga pendidikan. Akan sangat ideal bila persembahyangan disertai dengan *dharma wacana* tentang agama dan keimanan.

Sinergitas Otak dalam Pembelajaran

Sinergitas otak pada dasarnya adalah menggunakan seluruh bagian otak secara bersama-sama dengan melibatkan sebanyak mungkin indra secara serentak. Penggunaan berbagai media pembelajaran merupakan salah satu usaha membelajarkan seluruh bagian otak, baik kiri maupun kanan, rasional maupun emosional, atau bahkan spiritual. Permainan warna, bentuk, tekstur, dan suara sangat dianjurkan untuk terciptanya suasana gembira karena rasa gembira akan merangsang keluarnya endorfin dari kelenjar di otak, dan selanjutnya mengaktifkan asetilkolin di sinaps. Seperti diketahui sinaps yang merupakan penghubung antar sel saraf dengan zat kimia terutama asetilkolin sebagai neurotransmiternya. Dengan aktifnya asetilkolin maka memori akan tersimpan dengan lebih baik. Suasana gembira akan mempengaruhi cara otak dalam memproses, menyimpan, dan mengambil kembali informasi. Tiga hal penting dalam belajar adalah: 1) Bagaimana mengambil dan menyimpan informasi dengan cepat, menyeluruh, dan efisien; 2) Bagaimana menggunakannya untuk menyelesaikan masalah, dan 3) Bagaimana menggunakannya untuk menciptakan ide (Susan 2007 *dalam* Kushartanti, 2004).

Optimalisasi fungsi seluruh bagian otak dapat dilakukan dengan : (1) membuat situasi dalam keadaan waspada yang rileks sebelum dimasuki informasi, (2) memperdengarkan musik yang menenangkan dan latihan pernapasan yang dapat menghilangkan pikiran yang mengganggu dan mengkondisikan otak agar waspada dan relaks, (3) rekayasa lingkungan belajar yang nyaman dan rileks akan memudahkan pengambilalihan tugas dari otak kiri yang rasional ke otak intuitif yang menerima asupan informasi dari bawah sadar. Intuisi adalah persepsi yang berada diluar pancaindra meskipun tetap bukan hal mistik, karena tetap bersifat logis, (4) diupayakan belajar melalui praktik karena akan melibatkan banyak indra sehingga memori akan lebih mantap. Setiap orang memiliki dominasi indra secara individual. Apabila guru dapat mengenali dominasi indra pada masing-masing peserta didiknya maka akan dapat memberi layanan dengan tepat, (5) ruangan kelas sebaiknya dilengkapi dengan tanaman dalam pot, sedangkan di luar kelas agar dibuat kebun sekolah/kampus untuk senantiasa menyediakan pasokan oksigen yang cukup, (6) diusahakan setiap peserta didik ikut serta dalam kegiatan ekstra kurikuler, baik bidang olah raga maupun seni. Hal ini akan mengoptimalkan fungsi otak kanan. Orang yang dapat menyeimbangkan fungsi otak kiri dan kanan, cenderung akan seimbang dalam setiap aspek kehidupan (De Potter, 1999).

SIMPULAN

Ruang lingkup pendidikan meliputi seluruh komponen keterampilan hidup manusia, yang meliputi *hard skill* maupun *soft skill*. Kedua komponen keterampilan tersebut harus diselaraskan dalam perumusan tujuan pembelajaran, sehingga dapat dipilih model pembelajaran yang dapat mengekspresikan pencapaian tujuan pembelajaran tersebut. Model pembelajaran kooperatif yang berkembang di era ini merupakan alternatif untuk dilaksanakan. Pemberdayaan otak juga berperan penting dalam proses pembelajaran. Otak yang dikenal memiliki tiga kecerdasan yaitu kecerdasan rasional atau intelektual, kecerdasan emosional dan kecerdasan spiritual, dapat dioptimalkan kerjanya dalam pembelajaran. Keseluruhan fungsi otak tersebut terbagai atas dua tempat yaitu pada belahan otak kiri dan otak kanan. Proses pembelajaran yang mengutamakan otak kiri saja, akan menciptakan terbentuknya *hard skill*. Keadaan ini perlu diseimbangkan dengan pembelajaran yang mengoptimalkan fungsi otak kanan sehingga terbentuk keterampilan *soft skill* yang meliputi nilai-nilai moral yang luhur yang merupakan cerminan karakter bangsa yang bersifat adi luhung. Suasana pembelajaran yang aktif, santai, imajinatif, toleransi, serta kerja kelompok seperti halnya pada pembelajaran kooperatif, dapat mengoptimalkan fungsi otak sehingga ketiga aspek kecerdasan pada manusia dapat terwujudkan.

DAFTAR PUSTAKA

Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2005). *Biology*. Benjamin Cummings.

De Potter, B & Hernacki, M. (1999). *Quantum Learning Membiasakan Belajar Nyaman dan Menyenangkan*. Penerbit Kaifa.

Husein A.A., Ertanti D., Wahyudin M., Sukmawati M., Setyawan, R.J., & Krisnawati, R. (2018). Otak Rasional dan Otak Intuitif dalam Pendidikan Islam. Jurnal Manajemen dan Pendidikan Islam 4(2), 194-206. https://journal.unipdu.ac.id/index.php/dirasat/article/view/1539/895

Kushartanti & Wara, B. M. (2004). Optimalisasi Otak dalam Sistem Pendidikan Beradab.

Padji. (2003). *Meningkatkan Keterampilan Otak Anak (Psikologi Perkembangan Anak)*. Penerbit Pionir Jaya.

Sadiqin I. K., Istyadji M., & Winarti, A. (2017). Mengoptimalkan Potensi Otak Kanan Siswa dalam Pembelajaran Kimia. *Quantum, Jurnal Inovasi Pendidikan Sains, 8(1)*, 27-35. https://ppjp.ulm.ac.id/journal/index.php/quantum/article/download/3856/3486

Slavin, R. E. (2005). *Cooperative Learning Teori, Riset, dan Praktik*. Penerbit Nusa Media.

Subrata, I M. (2023). Pembelajaran Biologi Berbasis Lingkungan dalam Upaya Peningkatan Literasi Sains dan Pelestarian Kearifan Lokal Masyarakat Bali. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pendidikan Biologi (Sembio), 2*. https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/sembio/article/view/3776/2550

Syam, S. & Sujarwo, W. (2023). Penerapan Etno Pedagogi dalam pembelajaran Biologi. *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pendidikan Biologi (Sembio), 2*. https://ojs.mahadewa.ac.id/index.php/sembio/article/view/3772/2546

Widiana, I. W, Bayu, I. G. W., Jayata, I. N. L. (2017). Pembelajaran Berbasis Otak (*Brain Based Learning*), Gaya Kognitif Kemampuan Berpikir Kreatif dan Hasil Belajar Mahasiswa. Ejournal Undiksha 6 (1). https://ejournal.undiksha.ac.id/index.php/JPI/article/download/8562/8626/17279