

### Kertas Asli/Original Articles

## sLORETA Source Localization in Dyslexic Children during Different Congruency of Visual Images: P300 Component Analysis

(Sumber aktiviti sLORETA dalam kalangan Kanak-kanak Disleksia dalam Stimulasi Imej Visual yang Berbeza Kesesuaian Konteks: Komponen P300 Analisis)

SITI ATIYAH ALI, FARUQUE REZA, TAHAMINA BEGUM, NOR ASYIKIN FADZIL, FAIZ MUSTAFAR

#### ABSTRACT

*The question of whether dyslexic children have visual cognitive differences in terms of brain activity as compared to normal children remains unsolved. Here, we aimed to study the neuronal source activity during visual attentional processing reflected in the P300 Event-Related Potential (ERP) component, when being exposed to the different congruency of visual images on dyslexic children by utilizing an ERP. Twelve dyslexic and twelve non-dyslexic children in the range of age 8 to 11 years old took part in this study. They pressed button '1' when they saw a congruence image of the animal in its natural habitat and button '2' for incongruence animal images in non-natural habitat. The source localization of P300 was executed on the grand average waveform by utilising Standardised Low-Resolution Brain Electromagnetic Tomography (sLORETA) algorithm provided by Net Station software. The BA 19 of the left occipital lobe was the most activated during congruence and incongruence images in the dyslexic children. As for the control children, BA 18 and BA 17 of the occipital lobe were activated during congruence and incongruence images, respectively. In sum, there were no differences in source activity areas during both visual images in dyslexic children as compared to the control children, which brings us to a conclusion that the visual attentional activity in dyslexic children used the brain areas that are associated with visual characteristics rather than context differences.*

*Keywords: Dyslexia; visual attention; event related potential; sLORETA; image congruency*

#### ABSTRAK

*Persoalan sama ada kanak-kanak disleksia mempunyai sumber keaktifan otak yang berbeza dalam fungsi kognitif visual berbanding kanak-kanak bukan disleksia masih menjadi tanda tanya. Disebabkan itu, kajian ini dibuat bertujuan mencari sumber aktiviti fungsi kognitif daya tumpuan visual dikalangan kanak-kanak disleksia yang dipamerkan dari komponen ERP P300 sewaktu dirangsangkan dengan ransangan imej visual yang mempunyai kesesuaian konteks yang berbeza. Seramai 24 kanak-kanak (12 disleksia dan 12 kawalan) berumur diantara 8 hingga 11 tahun terlibat dalam kajian ERP ini. Mereka menekan butang '1' untuk imej haiwan yang berpadanan dengan habitatnya dan butang 2 untuk imej yang tidak berpadanan. Penentuan sumber aktiviti P300 dijalankan dengan menggunakan Perisian Net Station dan algoritma Standardised Low-Resolution Brain Electromagnetic Tomography (sLORETA) pada purata besar gelombang bentuk. Kawasan BA 19 dari lobus oksipital kiri adalah kawasan paling aktif semasa kedua-dua jenis ransangan visual didedahkan pada kumpulan disleksia. Bagi kumpulan kawalan, BA 18 dan BA17 pada lobus oksipital masing-masing aktif semasa imej berpadanan dan tidak berpadanan konteks. Ringkasnya, tiada perbezaan pada kawasan sumber aktiviti tumpuan visual pada kedua-dua jenis imej kesesuaian dikalangan kanak-kanak disleksia berbanding kumpulan disleksia, yang mana ianya merumuskan bahawa terdapatnya kemungkinan sumber aktiviti tumpuan visual kanak-kanak disleksia lebih tertumpu pada kawasan otak yang dikaitkan dengan pemprosesan ciri-ciri visual berbanding perbezaan konteks visual.*

*Kata Kunci: Disleksia; tumpuan visual; Event Related Potential; sLORETA; kesesuaian konteks imej*

## PENGENALAN

Di Malaysia, dianggarkan terdapat 314 000 kanak-kanak didiagnos mengalami masalah kesukaran belajar disleksia (Oga & Haron 2012). Disleksia didefinisikan sebagai masalah kesukaran pembelajaran yang berpunca dari masalah neurobiologikal yang ada sejak dari awal kelahiran. Ia mudah dikenali dengan ciri-ciri kesukaran dalam mengenal pasti perkataan, kegagalan mengeja dengan baik dan sukar menyahkod ejaan. Menurut Pertubuhan Antarabangsa Disleksia (International Dyslexia Association, IDA 2002), kesukaran yang dialami penghidap disleksia dikatakan berpunca dari keabnormalan pemprosesan komponen fonologi bahasa yang terkesan dari masalah kognitif. Disebabkan itu, mereka berdepan dengan kesukaran dalam mengeja dan membaca, dan bukan itu saja, penguasaan perbendaharaan kata juga turut terkesan (International Dyslexia Association 2002). Justeru itu, peranan fungsi kognitif dalam penguasaan kebolehan pembelajaran menjadi asas bagi penentuan penguasaan kebolehan belajar. Menurut Diagnostik dan Manual Statistik Mental Disorders edisi ke-5 (DSM-5), disleksia dikategorikan sebagai satu masalah pembelajaran spesifik yang di letakkan dalam masalah perkembangan neurologi dan mula terkesan dari tempoh awal perkembangan pembelajaran (González, Karipidis & Tijms 2018). Disleksia tidak mempunyai masalah dari segi kepandaian, kerana mereka kebiasaannya mempunyai tahap kecerdasan atau Intelligent Quotient (IQ) yang setara dengan kanak-kanak normal (Tanaka et al. 2011).

Pelbagai teori telah dibentangkan tentang bagaimana dan punca disleksia boleh berlaku. Namun, kefahaman tentang punca dan masalah disleksia masih lagi samar-samar. Walaubagaimanapun, lewat kini, terdapat kajian yang mencadangkan perbezaan ketara kebolehan pembelajaran dan penguasaan sistem fonologi antara penghidap disleksia dan mereka yang normal adalah disebabkan perbezaan fungsi kognitif yang boleh dilihat pada sumber keaktifan otak yang berbeza. Fungsi kognitif penting dalam penguasaan kemahiran mengenal bunyi foneme dan menyah kod antara struktur huruf dan bunyi foneme (grapheme-phoneme decoding), dimana proses ini melibatkan fungsi tumpuan visual (visual attention). Beberapa kajian yang mencadangkan perbezaan aktiviti otak semasa fungsi kognitif antara mereka yang mempunyai disleksia dan mereka yang normal dibawa oleh kajian menggunakan teknik Event Related Potential (ERP) dan juga functional Magnetic Resonance Imaging (fMRI).

Dalam sebuah kajian fMRI, perbezaan ketara pada aktiviti sumber yang lemah pada bahagian dorsal/temporoparietal (termasuk bahagian kiri inferior oksipital) dan ventral/oksipito-temporal dalam kumpulan disleksia

dilihat dalam stimulasi bahan bacaan secara visual (Maria, Zuk & Gaab 2012; Schlaggar & Mccandliss 2007). Dalam kumpulan normal, keaktifan di bahagian hemisfera kiri otak terutamanya pada kawasan girus frontal, girus temporal tengah, bahagian kiri oksipito-temporal adalah tinggi ketika dalam proses stimulasi bahan bacaan (membaca), dan oleh kerana itu bahagian-bahagian tersebut dikaitkan dengan kebolehan fungsi kognitif yang baik dalam membolehkan seseorang itu berkemahiran dalam membunyikan ejaan (fonologi) dan memahami maksud perkataan (semantik) (Christodoulou et al. 2014). Walaubagaimanapun, kemahiran membaca tidak semestinya diikuti dengan kemahiran semantik yang baik, kerana ketika otak bekerja dalam proses membaca ianya dimulai dengan pemprosesan stimulasi sensori (visual/ auditori), dan kemudian diikuti dengan proses semantik dan kefahaman (Delogu, Brouwer & Crocler 2019). Ini menunjukkan fungsi kognitif pada awal pemprosesan sensori stimulasi visual/auditori memberikan impak awal pada kebolehan pembelajaran secara amnya. Beberapa kajian lain bersetuju bahawa sumber aktiviti otak yang tidak aktif dikalangan disleksia terutamanya di bahagian dominan dalam memproses bahasa di hemisfera kiri otak adalah salah satu faktor kesukaran untuk mereka mencapai kebolehan belajar berbanding dengan mereka yang normal, kerana secara lansung ketidakaktifan tersebut memberi impak negatif pada fungsi kognitif sensori (visual dan auditori) (Richlan et al. 2010; Waldie et al. 2013). Namun, mekanisma dan sebab bagi ketidakaktifan di hemisfera kiri golongan disleksia masih belum dipastikan secara pasti.

Namun demikian, terdapat juga kajian yang memfokuskan kepada kelemahan fungsi kognitif pada tumpuan visual sebagai model tumpuan visual dikalangan disleksia berdasarkan kajian yang mendakwa keaktifan bahagian kiri korteks ventral oksipito-temporal yang lemah (van der Mark et al. 2009), dan ketiadaan hubungan aktiviti neural (neural connectivity) (Fan et al. 2014; Finn et al. 2014) dikalangan disleksia dihubungkan dengan kelemahan memproses tumpuan visual ketika membaca. Ada juga kajian yang menemui ketidakaktifan di kedua-dua belah hemisfera yang berlokasi di superior lobus parietal dan ventral oksipito-temporal sewaktu proses kognitif tumpuan visual berlaku pada stimulasi visual (karakter berangka dan alphanumerik) (Lobier et al. 2014). Berdasarkan beberapa bukti kajian yang dibentangkan, ianya menunjukkan perhubungan kawasan otak yang melibatkan pemprosesan linguistik turut terlibat dalam proses tumpuan visual. Ketidakpastian dan hasil dapatan yang tidak konsisten antara kajian mengenai sumber aktiviti otak sewaktu proses kognitif tumpuan visual, mengehadkan kesimpulan yang teguh terhadap keabnormalan sumber aktiviti di kalangan disleksia. Justeru itu, kajian yang mengkaji sumber aktiviti otak yang

terlibat sewaktu fungsi kognitif tumpuan visual diperlukan bagi memahami cara otak disleksia bekerja dalam memproses bahan stimulasi visual berbanding dengan mereka yang normal.

Penting untuk ditekankan disini, proses fungsi kognitif adalah proses perhubungan yang amat laju, iaitu dengan kelajuan milisaat (ms). Oleh sebab itu, teknik penetapan sumber aktiviti otak yang mempunyai resolusi waktu yang tepat (temporal resolution) juga tinggi seperti ERP diperlukan untuk kajian ini, berbanding kelemahan teknik fMRI yang kurang ketepatan resolusi waktu dan juga kosnya yang tinggi. ERP mampu untuk mengenalpasti penetapan sumber aktiviti tumpuan visual yang direfleksikan dari komponen ERP P300. Fungsi komponen P300 berlainan dengan komponen ERP lain (N200, MMN, P50, N400 dan lain-lain), kerana P300 melibatkan tumpuan secara sedar (conscious) dan ia juga sensitif pada pengkategorian stimulasi. Justeru itu, P300 kerap digunakan dalam kajian ERP dalam memahami fungsi kognitif tumpuan dalam pelbagai jenis kecelaruan neurokognitif seperti skizofrenia (Oribe et al. 2015), masalah tingkah laku seperti autisme dan ADHD (Sokhadze et al. 2013), dan ia juga terpakai dalam kajian melibatkan masalah disleksia (Jucla et al. 2010; Maciejewska et al. 2013). Disebabkan elisitasi P300 yang sensitif terhadap stimulasi visual, ianya boleh dimanfaatkan dalam mengenal pasti lokasi otak yang berpotensi terlibat dalam proses tumpuan visual dikalangan kanak-kanak-disleksia.

Dalam kertas kajian ini, sumber lokasi aktiviti P300 dijadikan target kerana sifatnya yang sensitif pada proses tumpuan terhadap stimulasi visual. Kaedah penetapan sumber lokasi aktiviti otak menggunakan algoritma standardised Low-resolution Electromagnetic Tomography (sLORETA) kerana kebolehnya mengenalpasti sumber kawasan otak yang menghasilkan P300, melalui cara mengenalpasti kawasan yang paling tinggi intensiti dan penetapan sumber yang sifar ralat (zero localization error) (Jatoi et al. 2014).

Tumpuan visual yang berbeza dalam pelbagai jenis karakteristik stimulasi visual dapat dilihat dalam objek urutan pantas (Visser, Boden & Giaschi 2004), peralihan ruang objek (Buchholz & Aimola 2005), objek pseudo (Mayselless dan Breznitz 2011) dan stimulasi visual bersifat linguistik dan struktur bahasa (Wang, Du & Huang 2017). Namun, kesemua kajian tersebut terbatas kepada maklumat berkaitan pemprosesan neural, dan tidak pada penetapan sumber aktiviti otak dalam fungsi kognitif visual. Tambahan pula, kajian yang menjurus kepada penetapan sumber aktiviti tumpuan visual dalam stimulasi visual bersifat konteks masih kurang. Oleh yang demikian, penetapan sumber aktiviti otak menggunakan stimulasi konteks visual yang berlainan digunakan sebagai stimulasi visual. Kajian ini bertujuan menyiasat sumber aktiviti otak

sewaktu fungsi kognitif tumpuan visual terhadap imej visual yang berlainan konteks menggunakan kaedah sLORETA dikalangan kanak-kanak disleksia.

## KAEDAH KAJIAN

### REKA BENTUK KAJIAN

Kajian ini berbentuk kajian rentas kuantitatif yang mengkaji pemprosesan fungsi kognitif dikalangan kanak-kanak disleksia dan kawalan. Data ERP dikutip pada satu tempoh dan tiada sebarang intervensi dijalankan. Sampel kajian diperolehi menggunakan persampelan mudah.

### PESERTA KAJIAN DAN SAIZ SAMPEL KAJIAN

Seramai 12 kanak-kanak disleksia dan 12 kanak-kanak kawalan berumur dalam lingkungan umur 8 hingga 11 tahun telah menyertai kajian ERP ini. Pengiraan jumlah sampel kajian dikira menggunakan perisian Power and Sample Size (PS) berdasarkan pengiraan perbezaan purata dan sisihan piawai (SD) antara kumpulan disleksia dan kumpulan kawalan iaitu 0.48 bagi purata dan 0.41 bagi sisihan piawai. Kuasa kajian ditetapkan pada 0.8 dan tahap signifikan pada 0.05. Daripada itu, ia menghasilkan pengiraan 12 saiz sampel bagi setiap kumpulan disleksia dan kumpulan kawalan. Lokasi kajian bertempat di Makmal Neurosains MEG/ERP di Hospital Universiti Sains Malaysia (HUSM).

### KAEDAH SARINGAN

Prosedur kajian disebut dalam beberapa kajian sebelumnya (Ali et al. 2020 (a), Ali et al. 2020 (b), Ali et al. 2020 (c)). Kanak-kanak yang terlibat dalam kajian disaring dari tiga buah sekolah rendah di sekitar negeri Kelantan yang terdiri dari 3 kelas khas untuk kumpulan disleksia dan 3 kelas arus perdana untuk kumpulan kawalan. Manakala bagi kanak-kanak kumpulan kawalan, saringan melalui Instrumen Saringan Disleksia (ISD) dan evaluasi dari pakar psikiatri bagi penilaian tingkah laku digunakan bagi memastikan kumpulan kawalan terdiri dari mereka yang sihat dan normal (dari segi tahap pembelajaran, tingkah laku dan tiada masalah kecelaruan neurokognitif). Kanak-kanak disleksia dipilih berdasarkan rekod perubatan dan berdasarkan saringan ISD. Kajian melibatkan kumpulan kanak-kanak ini telah mendapat kebenaran etika dari pihak Jawatankuasa Etika Kajian Universiti Sains Malaysia (USM) (USM/JEPeM/18030177). Evaluasi yang digunakan oleh pakar psikiatri terdiri dari senarai semak ADHD, Mini-Mental State Examination (MMSE) versi bahasa Melayu, soal selidik perkembangan kebolehan pelajar, dan juga

ujian Gessel, Binet dan bende-Gestalt (versi diubah suai). Kajian dijalankan setelah mendapat kebenaran bertulis dan persetujuan dari para ibu bapa/penjaga dan juga setiap peserta kajian. Kajian ini bersifat sukarela dan peserta kajian bebas untuk menarik diri dari terlibat dari kajian pada bila-bila masa.

## PARADIGMA STIMULASI VISUAL

Stimulasi visual diubah dan ditayangkan kepada peserta menggunakan perisian E-Prime versi 2.0 (Psychology Software Tools, Inc, Sharpsburg, Pennsylvania, USA). Manakala, bagi data ERP, ia direkodkan melalui penggunaan perisian Net Station (Electrical Geodesics, Inc., Eugene, Oregon, USA). Kajian ERP berlangsung dengan menempatkan para peserta (secara perseorangan) di dalam bilik khas yang kedap bunyi (sound treated room), menghadap skrin LCD komputer bersaiz 22 inchi yang berjarak 80 cm dari peserta. Lampu dimalapkan bagi mengelakkan sebarang bunyi bising mengganggu rakaman data ERP. Rakaman ERP bermula dengan pemakaian jejaring 128 EEG net sensor di kepala peserta. Kemudian, peserta akan didedahkan dengan ransangan visual yang mempunyai dua konteks berbeza; imej binatang yang berpadanan dengan habitat natural (dalam konteks yang sesuai dan berpadanan) diulang sebanyak 50% dan imej binatang tidak padan dengan habitat natural (tidak dalam konteks yang sesuai dan berpadanan) dengan peratusan ulangan 50%. Stimulasi imej visual diperoleh dari rujukan sumber kajian lalu (Rémy et al. 2013). Setiap imej visual ditayang secara rawak selama 500 ms dengan selang interstimulasi (ISI) selama 1500 ms dan peserta diberi tugas; menekan butang '1' apabila melihat imej dalam konteks dan '2' untuk imej bukan dalam konteks, bagi memastikan tumpuan diberikan kepada ransangan visual.

## PROSEDUR PENCERAPAN SUMBER AKTIVITI SLORETA

Sebelum penetapan sumber aktiviti otak dilakukan, data-data ERP yang diperoleh akan melalui fasa pra-pemprosesan terlebih dahulu menggunakan perisian Net Station. Untuk fasa pra-pemprosesan, ada 9 langkah yang perlu dijalankan sebelum perincian penetapan sumber komponen P300 diperoleh. Sembilan langkah tersebut adalah; penapisan

data (0.3 Hz- 50 Hz), segmentasi data (100 ms-1000 ms), penolakan data artifak, penggantian saluran data elektrod yang teruk (bad channel replacement), purata data, operasi montaj, pembetulan aras asas (baseline correction) di setkan pada -100 ms, ekstraksi data numerikal amplitud dan latensi komponen ERP P300 dan langkah akhir ialah purata besar gelombang bagi setiap kumpulan disleksia dan kumpulan kawalan. Untuk penetapan sumber aktiviti tumpuan visual yang direfleksi dari komponen ERP P300, durasi masa spesifik telah ditetapkan pada 385 ms berdasarkan amplitud maksima dari lingkungan durasi 300-700 ms (Szűcs & Soltész 2012). Kemudian, modul Geosource yang ada dalam perisian Net Station telah digunakan untuk mencari penetapan kawasan sumber aktiviti otak pada komponen P300. Dalam modul Geosource, kaedah algoritma sLORETA dipilih dan dikomputasi menggunakan Montreal Neurological Institute (MNI) sebanyak 152 template yang membolehkan penetapan lokasi sumber otak berteraskan anatomi otak di kawasan spesifik yang dikenali sebagai Kawasan Broadmann atau Broadmann Area (BA). Seterusnya, imej MRI dipilih dan daripada itu, data ERP yang telah diproses diselarikan dengan tempoh waktu imejan MRI menghasilkan imej penetapan sumber aktiviti P300 dalam imej MRI dari 3 sudut; koronal, sagittal dan axial. Sumber aktiviti P300 boleh dikenal pasti dengan nilai arus intensiti maksima yang dikod dengan warna kuning terang (Rajah 1).

## DAPATAN KAJIAN

Bagi data sosio-demografi, kesemua peserta kajian ini berbangsa Melayu dan menggunakan Bahasa Melayu sebagai bahasa natif pertuturan. Seramai 12 kanak-kanak disleksia (purata umur  $\pm$  SD, 10.75  $\pm$  1.14 tahun) dan 12 kanak-kanak kawalan (purata umur  $\pm$  SD, 10.08  $\pm$  1.16 tahun) terlibat dalam kajian ini dan didapati tidak ada perbezaan umur yang signifikan antara kumpulan ( $p=0.170$ ). Bagi data demografi jantina antara kumpulan, seramai 5 kanak-kanak perempuan dan 7 kanak-kanak lelaki merupakan peserta bagi kumpulan kawalan. Manakala, seramai 2 kanak-kanak perempuan dan 10 kanak-kanak lelaki bagi peserta kumpulan disleksia. Sejumlah 92 peratus peserta bagi kedua-dua kumpulan merupakan pengguna dominan tangan kanan.



JADUAL 1. Bacaan purata dan sisihan piawai (SD) bagi amplitud dan latensi komponen ERP P300 pada kawasan elektrod visual untuk kumpulan disleksia dan kumpulan kawalan

Elektrod	(a) Amplitud ( $\mu\text{V}$ )					(b) Latensi (ms)				
	Kumpulan kawalan		Kumpulan disleksia		<i>p</i> value	Kumpulan kawalan		Kumpulan disleksia		<i>p</i> value
	Purata	SD	Purata	SD		Purata	SD	Purata	SD	
T5	3.87	2.91	6.24	10.39	0.237	524.33	111.60	564.67	97.45	0.188
T6	4.00	2.29	6.19	6.34	0.147	591.33	95.51	515.67	120.23	0.058
O1	4.84	3.49	7.48	12.36	0.251	497.00	110.14	481.67	98.31	0.367
O2	4.79	3.29	10.29	14.60	0.118	488.00	113.69	523.00	106.17	0.232
Cz	4.50	2.58	5.94	10.65	0.334	516.33	98.16	525.33	108.41	0.420
Pz	3.70	2.21	5.46	7.55	0.233	494.33	92.92	510.33	140.24	0.378
Fz	6.30	3.22	9.48	11.98	0.202	476.67	114.05	500.00	135.18	0.333

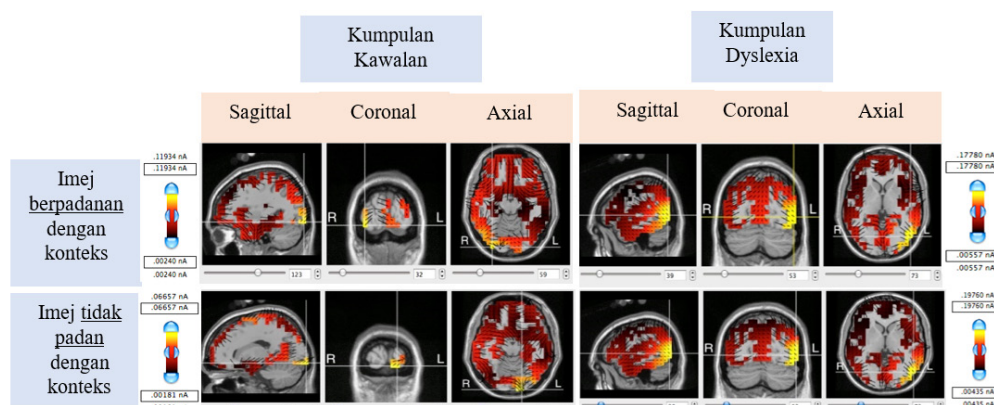
Jadual 1 memaparkan purata dan sisihan piawai bagi amplitud dan latensi komponen ERP P300 untuk kedua-dua kumpulan kajian (Jadual 1). Manakala, gambar rajah 1 menunjukkan imej MRI bagi setiap ransangan visual dari 3 sudut pandangan berbeza iaitu sagittal, koronal dan axial dalam kumpulan disleksia dan kumpulan kawalan (Rajah 1). Dapatan penetapan sumber aktiviti P300 di antara kedua-dua kumpulan dibentangkan dengan maklumat kekuatan intensiti aktiviti, kawasan Broadmann (BA), girus dan lobus otak bagi setiap kumpulan kajian (Jadual 2).

Ketika ransangan imej visual yang berpadanan dengan

konteks (gambar binatang dalam habitat natural), kumpulan kawalan menunjukkan sumber aktiviti P300 aktif di kawasan BA 18 pada lokasi girus oksipital inferior, manakala bagi kumpulan disleksia, aktiviti P300 dilihat paling aktif pada kawasan BA 19 berlokasi di girus lingual (Jadual 2, Rajah 1). Sebaliknya ketika ransangan imej visual tidak berpadanan dengan konteks (gambar binatang bukan dalam habitat natural), aktiviti P300 dilihat aktif di kawasan BA 17 (girus tengah oksipital) bagi kumpulan kawalan dan bagi kumpulan disleksia, ia terlihat aktif pada kawasan BA 19 (girus tengah oksipital) (Jadual 2, Gambar Rajah 1).

JADUAL 2. Perincian maklumat berkaitan penetapan sumber aktiviti P300 menggunakan kaedah algoritma sLORETA dilihat berdasarkan kekuatan intensiti, Kawasan Broadmann (BA), girus dan lobus, dikalangan kumpulan disleksia dan kumpulan kawalan ketika dua stimulasi visual yang berbeza (imej yang padan dan tidak padan konteks)

	Kumpulan kawalan		Kumpulan disleksia	
	Imej berpadanan dengan konteks	Imej tidak padan dengan konteks	Imej berpadanan dengan konteks	Imej tidak padan dengan konteks
Intensiti (nA)	0.119339	0.066574	0.177801	0.197604
Kawasan Broadmann (BA)	18	17	19	19
Girus	Girus inferior oksipital	Girus tengah oksipital	Girus Lingual	Girus tengah oksipital
Lobus	Oksipital	Oksipital	Oksipital	Oksipital



RAJAH 1. Pengenalpastian, penetapan dan perbezaan sumber aktiviti komponen ERP P300 untuk imej yang berpadanan konteks (gambar atas) dan tidak padan konteks (gambar bawah) bagi kedua-dua kumpulan kajian dan kawalan boleh dilihat melalui imej MRI yang diperolehi dari sLORETA Geosource menggunakan perisian Net Station. Imej MRI dipaparkan dari 3 sudut pandang berbeza iaitu sagittal, koronal, dan axial. Tahap keaktifan aktiviti P300 dilihat pada skala warna kuning terang yang menunjukkan intensiti maksima P300 berlaku pada durasi masa 385 ms

## PERBINCANGAN DAPATAN

Tujuan kajian ini dibuat adalah untuk mencari penetapan sumber aktiviti komponen ERP P300 menggunakan kaedah algoritma sLORETA ketika dirangsang dengan ransangan imej visual yang berlainan konteks dikalangan kumpulan kanak-kanak disleksia dan kumpulan kawalan. Hasil dari dapatan penetapan sumber aktiviti bagi kedua-dua kumpulan, kami dapati kumpulan kawalan menunjukkan perubahan sumber aktiviti P300 ketika didedahkan imej yang berbeza-beza konteks iaitu di BA 18 sewaktu imej padanan konteks dan di BA 17 pada imej tidak padan dengan konteks. Berbeza dengan kumpulan disleksia yang mana kami dapati tiada sebarang perubahan sumber aktiviti otak untuk aktiviti P300 bagi kedua-dua jenis ransangan visual iaitu hanya teraktif di BA 19, yang jelas berbeza dengan kumpulan kawalan (Jadual 2, Gambar Rajah 1).

Dalam kajian tumpuan visual yang mengenehkan sumber aktiviti P300 ini, kami menggunakan dua ransangan visual yang berlainan konteks untuk mengetahui peranan tumpuan visual dalam membezakan dua konteks visual yang berlainan. Apa yang menarik, kesemua sumber aktiviti P300 berlaku di kawasan lobus oksipital pada kedua-dua kumpulan, menunjukkan sumber aktiviti proses tumpuan visual berpusat pada lobus oksipital yang telah diketahui dominan dalam memproses input persepsi visual, tanpa mengira konteks imej visual yang sesuai ataupun tidak. Kawasan pemrosesan persepsi visual, lobus oksipital membantu menganalisa input visual dari aspek penyatuan input visual, mengenal pasti bentuk/wajah, dan pemrosesan daya tumpuan dari atas ke bawah atau lebih dikenali sebagai daya tumpuan top-down (Stiles, Akshoomoff & Haist 2013; Hu et al. 2015). Bagi kumpulan kawalan yang aktiviti P300 berpusat di BA 17 (pada imej tidak berpadanan konteks), ianya adalah satu kawasan otak yang terlibat dalam mengenal pasti bentuk dan lokasi objek visual (Kawachi 2017). Manakala, lokasi BA 18 (pada imej padan konteks) berkait dengan pemrosesan bentuk wajah yang juga dikenali sebagai occipital face area (Stiles, Akshoomoff & Haist 2013). Dari sini, kami berpendapat sumber aktiviti fungsi kognitif tumpuan visual di kalangan kumpulan kawalan tidak hanya tertumpu kepada satu kawasan otak sahaja dan keaktifannya berdasarkan konteks ransangan visual. Ini berbeza dengan kumpulan disleksia yang sumber keaktifan tumpuan visual berlokasi di satu kawasan sahaja bagi kedua-dua jenis ransangan visual iaitu di BA 19. Kawasan BA 19 adalah kawasan yang fungsinya hampir sama dengan kawasan 17 dan 18, iaitu merangkumi ekstradisi ciri-ciri fizikal objek, mengenalpasti bentuk, penyatuan stimulasi pelbagai modaliti dan juga terlibat dalam proses tumpuan (Kawachi 2017; Ardilla et al. 2015; Fairhall & Macaluso 2009). Apa yang membezakan BA 17,

18 dan 19 adalah laluan aktiviti input neural dalam memproses informasi persepsi visual. Oleh itu, kami merumuskan bahawa kumpulan disleksia mempunyai aktiviti tumpuan visual yang aktif dalam memproses ransangan visual yang diberikan, tetapi daya tumpuan visual disleksia tidak sensitif kepada perbezaan konteks visual berdasarkan lokaliti keaktifan setempat yang dipamerkan dalam kedua-dua ransangan imej visual (Jadual 2).

Tumpuan visual lebih diperlukan bagi ransangan yang berlainan konteksnya. Namun, ketiadaan perubahan sumber aktiviti bagi kedua-dua ransangan visual dikalangan kumpulan disleksia memberi telahan bahawa aktiviti tumpuan visual dikalangan kanak-kanak disleksia tidak dipengaruhi konteks imej visual yang berbeza. Dalam kata lain, proses tumpuan visual mereka tidak sensitif berbanding kumpulan kawalan. Sehingga kini, tiada sebarang kajian yang boleh menjelaskan sebab perbezaan sumber aktiviti kedua-dua kumpulan. Namun demikian, terdapat beberapa pendapat yang mengemukakan perbezaan sumber corak aktiviti otak dalam proses kognitif secara amnya dikalangan penghidap disleksia dan mereka yang normal berkemungkinan datang dari mekanisme yang dikenali sebagai compensatory mechanism atau mekanisme pampasan. Mekanisma pampasan adalah salah satu mekanisme otak bertindak balas terhadap ransangan dan stimulasi, dalam mengatasi kekurangan fungsi neural yang masih tidak diketahui sehingga kini (Richlan, Kronbichler & Wimmer 2009).

Kemungkinan terdapatnya mekanisme pampasan boleh juga dilihat dalam dapatan kajian ini, yang mana sumber aktiviti P300 di antara kumpulan disleksia dan kumpulan kawalan tetap menunjukkan perbezaan biarpun tiada perbezaan yang signifikan ditunjukkan daripada purata amplitud dan latensi P300 bagi kesemua elektrod (Jadual 1). Ini menunjukkan tiada perbezaan dari segi tumpuan yang diberikan oleh kedua-dua kumpulan terhadap ransangan visual yang diberi, namun, sumber aktiviti otak yang terlibat dalam mekanisme tumpuan visual adalah berbeza sama sekali.

Pelbagai corak aktiviti mekanisme pampasan ini ditonjolkan dari aktiviti sumber otak dikalangan penghidap disleksia dan ia tidak terhad kepada ransangan visual semata-mata, tetapi ia juga didapati dalam ransangan yang pelbagai (Morken et al. 2014; Simos et al. 2007; Richlan, Kronbichler & Wimmer 2011). Antara corak aktiviti yang telah ditemui ialah hiperaktiviti, dan hipoaktiviti di kawasan otak yang kebiasaannya tidak dominan dikalangan mereka yang tidak mempunyai masalah disleksia. Ini boleh dilihat dalam kajian lalu yang memperlihatkan hiperaktiviti di kawasan hemisfera kanan otak (Richlan, Kronbichler & Wimmer 2011; Richlan et al. 2010), hiperaktiviti di hemisfera kiri (van Bijnem et al. 2019) dikatakan berkait dengan manifestasi otak disleksia dalam mengatasi masalah

pemproses input ransangan sensori, yang sekaligus menyukarkan mereka dalam kemahiran pembelajaran seperti mengeja, mengeja dan membaca. Namun, kekurangan kesepakatan berkaitan dengan corak aktiviti mekanisma pampasan dalam proses kognitif masih kurang dikalangan disleksia, kami menyimpulkan dapatan ketiadaan perubahan sumber aktiviti P300 pada BA 19 untuk kedua-dua ransangan imej visual pada kumpulan disleksia adalah disebabkan dari variasi mekanisma neural dalam memproses fungsi kognitif tumpuan visual.

## KESIMPULAN

Secara tuntasnya, sumber aktiviti otak fungsi kognitif tumpuan visual di kalangan kanak-kanak disleksia dan kanak-kanak normal berpusat pada kawasan lobus oksipital namun sumber aktiviti kawasan otak dalam tumpuan pada perbezaan ciri-ciri imej visual adalah berlainan antara kedua-duanya. Kami menyimpulkan sumber aktiviti otak kanak-kanak disleksia dalam memproses tumpuan visual lebih sensitif pada kawasan pemprosesan ciri-ciri visual berbanding berbanding ciri konteks padanan.

## PENGHARGAAN

Kami berterima kasih kepada geran RUI Universiti Sains Malaysia (USM) 1001/PPSP/2012290 yang telah membantu dan menyokong kajian ini untuk dijalankan. Terima kasih kepada Hospital Director kerana memberi kebenaran untuk menjalankan kajian ini. Sekalung penghargaan juga diberikan kepada semua peserta, ibu bapa dan guru-guru sekolah yang terlibat dalam menjayakan kajian ini.

## RUJUKAN

- Ali, S. A., Begum, T., Reza, M. F., Fadzil, N. A. B & Mustafar, F. 2020(a). Post-Attentive Integration and Topographic Map Distribution during Audio-Visual Processing in Dyslexia: A P300 Event-Related Component Analysis. *Malays J Med Sci* 27(4): 130–138. doi: 10.21315/mjms2020.27.4.12.
- Ali, S. A., Begum, T., Reza, M. F., Fadzil, N. A. B & Mustafar, F. 2020(b). sLORETA Source Localisation of vMMN in Dyslexic Children During Malay Orthographical Lexicon Stimulations. *MJMS* 27(5), 36-42. <https://doi.org/10.21315/mjms2020.27.5.4>
- Ali, S. A., Begum, T., Reza, M. F., Fadzil, N. A. B & Mustafar, F. 2020(c). Assessment of P300 ERP Component, Cortical Scalp Mapping and Correlation with Age in Dyslexic Children Using True and Pseudo Words in Malay Language. *Mal J Med Health Sci* 16(4): 244-251.
- Ardilla, A., Bernal, B., Rosselli, M., Ardila, A., Bernal, B., & Rosselli, M. 2015. Language and visual perception associations : Meta-Analytic connectivity modeling of Brodmann Area 37. *Behavioral Neurology* 2015 (ID 565871). <https://doi.org/10.1155/2015/565871>.
- van Bijnen, S., Kärkkäinen, S., Helenius, P., & Parviainen, T. 2019. Left hemisphere enhancement of auditory activation in language impaired children. *Scientific Reports* 9 (1): 1–11. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-45597-y>.
- Buchholz, J., & Aimola, A. 2005. Adults with dyslexia demonstrate space-based and object-based covert attention deficits : Shifting attention to the periphery and shifting attention between objects in the left visual field. *Brain and Cognition* 57 (1): 30–34. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2004.08.017>.
- Christodoulou, J. A., Stephanie, Tufo, S. N. D., Lymberis, J., Saxler, P. K., Ghosh, S. S., Triantafyllou, C., Whitfield-gabrieli, S., & John D E Gabrieli, dan J. D. E. 2014. Brain bases of reading Fluency in typical reading and impaired fluency in dyslexia. *PLoS ONE* 9 (7): e100552. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100552>.
- Delogu, F., Brouwer, H., Crocler, M. W. 2019. Event-related potentials index lexical retrieval (N400) and integration (P600) during language comprehension. *Brain and Cognition* 135: 103569. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2019.05.007>.
- Fairhall, S. L., Macaluso, E. 2009. Spatial attention can modulate audiovisual integration at multiple cortical and subcortical sites. *European Journal of Neuroscience* 29 (October 2008): 1247–57. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.2009.06688.x>.
- Fan, Q., Anderson, A. W., Davis, N., & Cutting, L. 2014. Structural connectivity patterns of the visual word form area and children’s reading ability. *Brain Research* 1586 (615): 118–29. <https://doi.org/10.1016/j.brainres.2014.08.050>.Structural.
- Finn, E. S., Shen, X., Holahan, J. M., Scheinost, D., Lacadie, C., Papademetris, X., Shaywitz, S. E., Shaywitz, B. A., & Constable, R. T. 2014. Disruption of functional networks in dyslexia: A whole-brain, data-driven analysis of connectivity. *Biological Psychiatry* 76(5): 397–404. <https://doi.org/10.1016/j.biopsych.2013.08.031>.
- González, G. F., Karipidis, I. I., & Tijms, J. 2018. Dyslexia as a neurodevelopmental disorder and what makes it different from a chess disorder. *Brain Sciences*. 8(10):189. <https://doi.org/10.3390/brainsci8100189>.
- Hu, Y., Mi, X., Xu, X., Fang, W., Zeng, K., & Yang, M. 2015. The brain activity in Brodmann Area 17 : A potential bio-marker to predict patient responses to antiepileptic drugs. *PloS one* 10 (10): e0139819. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0139819>.

- International Dyslexia Association. 2002. Definition Consensus Project. 2002. <https://dyslexiaida.org/definition-consensus-project/>.
- Jatoi, M. A., Kamel, N., Malik, A. S., & Faye, I. 2014. EEG based brain source localization comparison of sLORETA and eLORETA. *Australasian Physical and Engineering Sciences in Medicine* 37 (4): 713–21. <https://doi.org/10.1007/s13246-014-0308-3>.
- Jucla, M., Nenert, R., Chaix, Y., & Demonet, J. F. 2010. Remediation effects on N170 and P300 in children with developmental dyslexia. *Behav Neurol* 22(3-4): 121–129. <https://doi.org/10.3233/BEN-2009-0257>.
- Kawachi, J. 2017. [Brodmann Areas 17, 18, and 19 in the Human Brain: An Overview]. *Brain nerve* 69 (4): 397–410. <https://doi.org/10.11477/mf.1416200756>.
- Lobier MA, Peyrin C, Pichat C, Le Bas J-F & Valdois S. 2014. Visual processing of multiple elements in the dyslexic brain : evidence for a superior parietal dysfunction. *Front Hum Neurosci* 8: 479. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2014.00479>.
- Maciejewska, B., Wiskirska-Woznica, B., Swidzinski, P., & Michalak, M. 2013. Assessing Auditory Processing Disorders in Children with Developmental Dyslexia Using Auditory Cognitive Event-Related Potentials. *Folia Phoniatica et Logopaedica* 65 (3): 129–35. <https://doi.org/10.1159/000354167>.
- Maria, N., Zuk, J., & Gaab, N. 2012. Functional characteristics of developmental dyslexia in left-hemispheric posterior brain regions predate reading onset. *PNAS* 109 (6): 2156–61. <https://doi.org/10.1073/pnas.1107721109>.
- van der Mark, S., Bucher, K., Maurer, U., Schulz, E., Brem, S., Buckelmüller, J., Kronbichler, M., et al. 2009. Children with dyslexia lack multiple specializations along the visual word-form (VWF) system. *NeuroImage* 47 (4): 1940–49. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.05.021>.
- Mayselless, N., & Breznitz, Z. 2011. Brain activity during processing objects and pseudo-objects : Comparison between adult regular and dyslexic readers. *Clinical Neurophysiology* 122 (2): 284–98. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2010.06.029>.
- Morken, F., Helland, T., Hugdahl, K., & Specht, K. 2014. Children with dyslexia show cortical hyperactivation in response to increasing literacy processing demands. *Frontiers in Psychology* 5 (1491): 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01491>.
- Oga, C., & Haron, F. 2012. Life Experiences of Individuals Living with Dyslexia in Malaysia: A Phenomenological Study. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 46: 1129–33. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.05.261>.
- Oribe, N., Hirano, Y., Kanba, S., Del Re, E., Seidman, L., Mesholam-Gately, R., et al. 2015. Progressive Reduction of Visual P300 Amplitude in Patients with First-Episode Schizophrenia: An ERP Study. *Schizophrenia Bulletin* 41 (2): 460–70. <https://doi.org/10.1093/schbul/sbu083>.
- Rémy, F., Saint-aubert, L., Bacon-macé, N., Vayssière, N., Barbeau, E., & Fabre-thorpe, M. 2013. Object recognition in congruent and incongruent natural scenes : A life-span study. *Vision Research* 91: 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2013.07.006>.
- Richlan, F., Kronbichler, M., & Wimmer, H. 2009. Functional Abnormalities in the Dyslexic Brain : A Quantitative Meta-Analysis of Neuroimaging Studies. *Human Brain Mapping* 30(10): 3299–3308. <https://doi.org/10.1002/hbm.20752>.
- Richlan, F., Kronbichler, M., & Wimmer, H. 2011. NeuroImage Meta-analyzing brain dysfunctions in dyslexic children and adults. *NeuroImage* 56 (3): 1735–42. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2011.02.040>.
- Richlan, F., Sturm, D., Schurz, M., Kronbichler, M., & Ladurner, G. 2010. A Common Left Occipito-Temporal Dysfunction in Developmental Dyslexia and Acquired Letter-By-Letter Reading ? *PloS one* 5 (8): 9–11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0012073>.
- Schlaggar, B. L., & Mccandliss, B. D. 2007. Development of Neural Systems for Reading. *Annual Review of Neuroscience* 30: 475–503. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.28.061604.135645>.
- Simos, P. G., Fletcher, J. M., Sarkari, S., Billingsley, R. L., Denton, C., & Papanicolaou, A. C. 2007. Altering the brain circuits for reading through intervention : A magnetic source imaging study. *Neuropsychology* 21(4):485–96. <https://doi.org/10.1037/0894-4105.21.4.485>.
- Sokhadze, E. M., Baruth, J. M., Sears, L., Sokhadze, G. E., Baz, A. S., Klapheke, R., & Casanova, M. F. 2013. Event Related Potential study of attention regulation during illusory figure categorization task in ADHD, autism spectrum disorder and typical children. *Journal of Neurotherapy* 16 (1): 12–31. <https://doi.org/10.1080/10874208.2012.650119>. EVENT-RELATED.
- Stiles, J., Akshoomoff, N., & Haist, F. 2013. Chapter 15 - The Development of Visuospatial Processing. In *Neural Circuit Development and Function in the Brain*, 271–96. La Jolla, USA: Academic Press Inc.
- Szűcs, D., & Soltész, F. 2012. Functional definition of the N450 event-related brain potential marker of conflict processing : a numerical Stroop study. *BMC Neuroscience* 13 (35): 13–35. <https://doi.org/https://doi.org/10.1186/1471-2202-13-35>.



- Tanaka, H., Black, J. M., Hulme, C., Stanley, L. M., Kesler, S. R., Whitfield-gabrieli, S., Allan L Reiss, Gabrieli, J. D. E., & Hoeft, F. 2011. The brain basis of the phonological deficit in dyslexia is independent of IQ. *Psychological Science* 22 (11): 1442–51. <https://doi.org/10.1177/0956797611419521>.
- Visser, T. A. W., Boden, C., & Giaschi, D. E.. 2004. Children with dyslexia : evidence for visual attention deficits in perception of rapid sequences of objects. *Vision Research* 44 (2004): 2521–35. <https://doi.org/10.1016/j.visres.2004.05.010>.
- Waldie, K. E., Haigh, C. E., Badzakova-trajkov, G., Buckley, J., & Kirk, I. J. 2013. Reading the Wrong Way with the Right Hemisphere. *Brain Sc* 3 (3): 1060–75. <https://doi.org/10.3390/brainsci3031060>.
- Wang, E., Du, C., & Huang, H. 2017. Word recognition Semantic processing defects in Chinese children with developmental dyslexia : An event- related potential Study. *SM Journal of Neurology and Neurosciences* 3 (2): 1014.

SITI ATIYAH ALI  
FARUQUE REZA  
TAHAMINA BEGUM  
FAIZ MUSTAFAR

Department of Neurosciences, School of Medical Sciences,  
Universiti Sains Malaysia,  
16150 Kubang Kerian,  
Kota Bharu,  
Kelantan, Malaysia.

NOR ASYIKIN FADZIL  
Department of Psychiatry, School of Medical Sciences,  
Universiti Sains Malaysia, Kubang Kerian 16150,  
Kota Bharu,  
Kelantan, Malaysia.

Corresponding author: Tahamina Begum  
E-mail: [tahaminabegum70@hotmail.com](mailto:tahaminabegum70@hotmail.com),  
[tahamina676@gmail.com](mailto:tahamina676@gmail.com)