

Info Artikel

Diterima : 12 April 2023
Disetujui : 10 Juli 2023
Dipublikasikan : 31 Juli 2023

Neurolinguistik dan Aspek Klinis Bahasa: Sebuah Tinjauan Awal *(Neurolinguistics and Clinical Aspects of Language: A Preliminary Review)*

Riki Nasrullah*

Fakultas Ilmu Budaya Universitas Padjadjaran, Bandung, Jawa Barat, Indonesia
rikinasrullah5@gmail.com

**Corresponding Author*

Abstract: *The field of neurolinguistics in Indonesia is still relatively new in interdisciplinary studies so that the research conducted is still very limited. In fact, the existence of this science is very important in medical practice, especially in cases such as stroke patients, aphasia, and other pathology disorders caused by damage to the nervous system and certain parts of the human brain related to language. This study aims to comprehensively explore neurolinguistics as a field and its relationship with clinical aspects of language. In this research, an analytical descriptive method is used by collecting data through literature studies from several sources that discuss neurolinguistics. Neurolinguistics, also known as language neurology, is a field of study in linguistics that studies the structure of the human brain in terms of its function in processing language, as well as disorders that occur in language acquisition. In the study of neurolinguistics, there is a discussion of the relationship between the brain and language processing, as well as pathologies and language symptoms caused by disorders in certain parts of the brain that affect a person's language ability. Data is drawn through various related references available.*

Keywords: *language, linguistics, clinical linguistics, neurolinguistics.*

Abstrak: Bidang ilmu neurolinguistik di Indonesia masih tergolong baru dalam kajian interdisiplin sehingga penelitian yang dilakukan masih sangat terbatas. Padahal, keberadaan ilmu ini sangat penting dalam praktik medis, terutama pada kasus-kasus seperti pasien stroke, afasia, dan gangguan patologi lainnya yang disebabkan oleh kerusakan pada sistem syaraf dan bagian-bagian tertentu di otak manusia yang berkaitan dengan bahasa. Penelitian ini bertujuan untuk menjelaskan secara komprehensif berkaitan dengan neurolinguistik sebagai sebuah ilmu dan relasinya dengan aspek klinis bahasa. Dalam penelitian ini, metode deskriptif analitis digunakan dengan mengumpulkan data melalui studi pustaka dari beberapa sumber yang membahas neurolinguistik. Neurolinguistik, juga dikenal sebagai neurologi bahasa, adalah bidang kajian dalam linguistik yang mempelajari struktur otak manusia dari segi fungsinya dalam memproses bahasa, serta gangguan yang terjadi dalam pemerolehan bahasa. Dalam kajian neurolinguistik, terdapat pembahasan mengenai hubungan antara otak dan pemrosesan bahasa, serta patologi dan gejala bahasa yang diakibatkan oleh gangguan pada bagian-bagian otak tertentu yang memengaruhi kemampuan bahasa seseorang. Data diambil melalui berbagai referensi terkait yang tersedia.

Kata Kunci : *bahasa, linguistik, linguistik klinis, neurolinguistik*

Pendahuluan

Linguistik adalah bidang kajian ilmiah yang memfokuskan pada bahasa sebagai objek penelitian. Linguistik termasuk dalam cabang ilmu empiris (Duff, 2012; Hock, 2020; Vendler, 2019), artinya fakta-fakta yang dibahas dan dianalisis oleh linguistik adalah data yang dapat diamati dan dibuktikan kebenarannya. Data yang digunakan dalam bidang linguistik diperoleh dari analisis deskriptif fenomena bahasa yang terjadi pada penutur bahasa tertentu. Bahasa yang dimaksudkan adalah bahasa yang dihasilkan secara alamiah oleh manusia tanpa adanya unsur pembuatan bahasa untuk memenuhi fungsi sosial.

Dalam ranah pribadi dan individual, bahasa memiliki fungsi penting dalam komunikasi manusia, serta fungsi daya ingat, persepsi, kognisi, dan emosi (Indah, 2017). Gangguan pada kemampuan berbahasa seseorang dapat terjadi akibat kerusakan pada bagian-bagian otak manusia. Salah satu patologi yang terjadi akibat kerusakan pada bagian otak dan memengaruhi kemampuan berbahasa seseorang adalah afasia (Greenwell & Walsh, 2021; Hill et al., 2021; Liégeois et al., 2019; Nasrullah et al., 2019, 2021; Pietsch et al., 2018; Staley et al., 2021; Weidner & Lowman, 2020).

Kompleksitas permasalahan yang ada di tengah-tengah masyarakat, mesti direspon dengan tepat, khususnya dengan menciptakan inovasi-inovasi intelektual yang akan mampu menjawab tantangan tersebut. Sumbangsih pemikiran dalam kapasitasnya sebagai bagian dunia intelektual mesti diejawantahkan dalam bentuk aksiologis yang mampu dirasakan oleh khalayak insani di tengah-tengah kita. Namun demikian, sebagai ilmu

pengetahuan, semua disiplin tidak bisa melupakan tiga poin utama, yaitu ontologi, epistemologi, dan aksiologi. Ketiga instrumen ini menjadi prasyarat sesuatu layak dikategorikan sebagai ilmu pengetahuan. Neurolinguistik telah mampu mengejawantahkan ketiga instrumen tersebut sehingga layak disebut sebagai ilmu pengetahuan.

Sebagai bagian kajian interdisipliner, neurolinguistik di Indonesia masih relatif baru sehingga penelitian-penelitian yang dilakukan dalam konteks interdisiplin tersebut masih relatif sedikit (lihat Cahyantini et al., 2018; Johan & Susanto, 2015; Nasrullah et al., 2019, 2021; Novita et al., 2011; Sastra, 2007). Padahal jika diamati, keberadaan bidang ilmu ini sangat dibutuhkan dalam praktik medis yang melibatkan unsur lingual sebagai faktor penentunya. Para penderita stroke, afasia, dan gangguan patologi lainnya umumnya diakibatkan oleh adanya kerusakan pada sistem syaraf dan bagian-bagian tertentu dari otak manusia (Nasrullah et al., 2021). Orang yang menderita afasia mesti ditindak secara medis dengan melibatkan ahli bahasa untuk proses terapinya sehingga keberadaan bidang neurolinguistik sangat dibutuhkan.

Hasil penelitian ini pada gilirannya mendukung rencana strategis yang sudah dibuat dengan harapan dapat meningkatkan kualitas di bidang ilmu pengetahuan dan pelayanan kepada masyarakat dengan menggunakan penelitian dan riset ilmiah di bidang linguistik terapan. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi terhadap berbagai tantangan dan masalah yang dihadapi oleh bangsa dan negara saat ini dengan menyajikan pola-pola berbasis ilmiah sebagai acuan dalam pengembangan

ilmu pengetahuan, terutama dalam bidang linguistik, sosial, dan budaya.

Terciptanya inovasi dan perkembangan ilmu pengetahuan bisa juga melalui kombinasi antarkelompok ilmu pengetahuan yang sudah ada. Dalam hal ini, penelitian-penelitian yang dilakukan harus ada sinergitas yang terkoordinasi antara bidang bahasa dengan sengaja menggandeng ilmu neurologi untuk meningkatkan nilai inovatif yang diharapkan. Dengan demikian, adanya kombinasi antarbidang ilmu pengetahuan diharapkan akan menghasilkan output ilmiah yang lebih berkualitas dan inovatif.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode tinjauan pustaka atau literatur. Pada penelitian ini, artikel-artikel ilmiah, buku, dan sumber-sumber lainnya yang relevan dalam bidang neurolinguistik dan aspek klinis bahasa dikumpulkan dan dianalisis. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk memberikan gambaran komprehensif tentang topik ini serta memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang isu-isu terkait dan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya

Data untuk penelitian ini diperoleh melalui pencarian dan pengumpulan artikel ilmiah dan sumber-sumber lainnya yang relevan menggunakan basis data elektronik seperti Scopus, Dimensions, PubMed, Google Scholar, dan PsycINFO. Kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi "neurolinguistic", "clinical aspek of language", "language pathology", "aphasia", dan "clinical linguistic". Penelitian ini membatasi pencarian pada artikel-artikel yang diterbitkan dalam rentang waktu 10 tahun terakhir (2011-2021) untuk

memastikan inklusi penelitian yang relevan dan terbaru.

Peneliti mengidentifikasi artikel-artikel yang relevan dengan membaca judul, abstrak, dan ringkasan artikel secara menyeluruh. Artikel-artikel yang sesuai dengan fokus penelitian ini kemudian dipilih untuk dipertimbangkan dalam tinjauan pustaka. Artikel-artikel yang tidak relevan dengan topik ini atau tidak memenuhi kriteria inklusi dikecualikan dari analisis lebih lanjut.

Data yang diperoleh dari artikel-artikel yang terpilih dianalisis secara sistematis dan tematis. Peneliti mengidentifikasi tema-tema utama yang muncul dari artikel-artikel tersebut, seperti gangguan bahasa, afasia, pemrosesan bahasa, dan aspek klinis bahasa lainnya. Peneliti juga mencatat temuan-temuan penting, metodologi yang digunakan dalam penelitian, dan kesimpulan yang dihasilkan oleh penelitian-penelitian tersebut.

Hasil analisis data disajikan dalam bentuk naratif dan grafis. Disusun juga rangkuman temuan utama dari artikel-artikel yang relevan dan menggambarkannya dalam bagian hasil dan pembahasan artikel ilmiah ini.

Hasil dan Pembahasan

Definisi dan Cakupan Neurolinguistik

Neurolinguistik atau neurologi bahasa merupakan sebuah disiplin ilmu di dalam bidang linguistik yang memfokuskan pada struktur dan fungsi otak manusia dalam memproses bahasa. Bidang ini juga meneliti gangguan yang terjadi dalam pemerolehan bahasa sebagai fokus utama penelitiannya. Dengan demikian, neurolinguistik membahas tentang hubungan antara otak dan pemrosesan bahasa, serta patologi dan

gejala kebahasaan yang disebabkan oleh gangguan pada bagian-bagian otak tertentu yang memengaruhi kemampuan seseorang dalam berbahasa. Penjelasan tersebut memenuhi ketentuan ilmiah yang ketat dalam mengemukakan definisi neurolinguistik. Hal ini merupakan penjelasan yang berdasarkan ketentuan ilmiah yang ketat dari beberapa sumber, seperti Bambini & Canal (2021), Hinojosa dkk. (2020), dan Sidtis & J.Sidtis (2018).

Neurolinguistik dapat dipahami juga sebagai ilmu yang mempelajari tentang relasi antara bahasa dan komunikasi dengan berbagai aspek fungsi otak (McHale, 2022). Dengan demikian, neurolinguistik mencoba mengeksplorasi dan menjelaskan bagaimana mekanisme otak memahami dan menghasilkan bahasa dan komunikasi. Neurolinguistik mencoba mengolaborasikan antara teori neurologi/neurofisiologis (bagaimana struktur otak terbangun dan bagaimana fungsi-fungsi darinya) dengan teori linguistik (bagaimana bahasa terstruktur dan bagaimana fungsi-fungsinya). Selain adanya relasi antara neurologi dan linguistik di satu sisi, psikologi juga menjadi aspek penting dalam pembahasan neurolinguistik (Aldhaferi et al., 2021; Drigas et al., 2021; Duñabeitia & García-Palacios, 2020; Onyshchak et al., 2021). Neurolinguistik juga kerap kali disandingkan dengan istilah neuropsikolinguistik karena pada praktiknya neurolinguistik sangat erat hubungannya dengan psikolinguistik (Zhuravlova et al., 2021). Meskipun kedua cabang ilmu tersebut memiliki hubungan yang erat, tetapi fokus pembahasan antara kedua ilmu tersebut memiliki perbedaan. Neurolinguistik lebih berfokus pada

pembahasan struktur otak dan relasinya dengan struktur bahasa.

Dalam tinjauan historis, neurolinguistik sebagai salah satu istilah dalam bidang ilmu dikenal pada tahun 1960, di bawah pengaruh pemikiran Chomsky di bidang linguistik dan merupakan pengembangan psikolinguistik sebagai bidang ilmu yang telah ditetapkan lebih awal.

Dalam kajian dasar neurolinguistik, terdapat masalah utama dalam mengkaji hubungan antara bahasa atau komunikasi dengan fungsi otak dalam formulasi yang dinamis. Penjelasan mengenai studi ini memfokuskan pada bagaimana proses terbentuknya komunikasi verbal yang sebenarnya dan pemahamannya, serta komponen apa saja yang terlibat dan kondisi yang memengaruhi proses ini. Beberapa sumber seperti Faroqi-Shah dkk. (2018), Ghaleb (2017), dan Wong dkk. (2016) memberikan informasi tentang hal ini sesuai dengan ketentuan ilmiah yang ketat.

Dalam perkembangannya, terdapat banyak disiplin ilmu yang berhubungan erat dengan neurolinguistik. Disiplin ilmu tersebut telah banyak memberikan sumbangan pemikiran, inspirasi, dan energi ke bidang neurolinguistik. Dalam kajian mengenai "otak dan bahasa", terdapat fokus interdisipliner yang melibatkan berbagai disiplin ilmu seperti linguistik, neuroanatomi, neurologi, neurofisiologi, filsafat, psikologi, psikiatri, patologi wicara, dan ilmu komputer. Disiplin-disiplin tersebut merupakan disiplin yang sangat terlibat dalam kajian neurolinguistik, namun beberapa disiplin lain juga berkontribusi dalam memperkuat teori, metode, dan temuan dalam neurolinguistik, seperti neurobiologi, antropologi, kimia, ilmu

kognitif, dan kecerdasan buatan. Hal ini mengindikasikan bahwa berbagai bidang seperti humaniora, ilmu kedokteran, ilmu alam, ilmu sosial, dan teknologi, semuanya memiliki representasi dalam kajian neurolinguistik, sebagaimana yang dijelaskan oleh Ahlsen (2006) sesuai dengan ketentuan ilmiah yang ketat.

Beberapa hal yang menjadi fokus utama dalam kajian neurolinguistik antara lain sebagai berikut. Pertama, gangguan pada otak dapat berdampak pada kemampuan seseorang dalam memproses bahasa, sedangkan kerusakan pada organ tubuh lain seperti jantung, paru-paru, hati, dan ginjal tidak memiliki dampak signifikan terhadap fungsi bahasa. Kedua, bila terjadi kerusakan pada bagian kiri otak, individu dapat mengalami kesulitan dalam memproses bahasa, meskipun ia masih mampu mendengar, tetapi tidak dapat memahami sepenuhnya seperti pada kasus kerusakan pada bagian kanan otak. Ketiga, kerusakan pada bagian depan otak dapat menghambat rangsangan linguistik yang diperlukan untuk berbicara dan menulis. Keempat, gangguan pada otak juga dapat memengaruhi kemampuan individu dalam memahami indera perasa (agnosia) selain kemampuan dalam memproses bahasa.

Pada masa awal perkembangan ilmu neurolinguistik, penelitian mengenai otak manusia dan relasi-relasinya dilakukan dengan cara manual dan ortodoks (Wang et al., 2021). Sebagai contoh, Broca dan Wernick, dua ahli neurolinguistik yang menjadi peletak dasar ilmu neurolinguistik, melakukan penelitian mengenai otak manusia dan hubungannya dengan bahasa dengan cara melakukan operasi pembedahan pada bagian otak pasien yang sudah meninggal. Dalam penelitian

neurolinguistik, terdapat metode lain yang digunakan yaitu pemisahan antara hemisfer kiri dan kanan pada pasien epilepsi yang masih hidup sebagai bentuk pengobatan. Bahkan, hal yang lebih ekstrim dilakukan oleh Penfield pada tahun 1950-an. Ia mengoperasi pasiennya hanya dengan anestesi lokal sehingga pasiennya masih dalam keadaan sadar (Dardjowidjojo, 2012).

Lebih lanjut, Penfield dan Roberts (1959) (Azieb, 2021; Benjamin et al., 2017) melakukan penelitian mengenai otak manusia dan hubungannya dengan bahasa dengan menggunakan elektrode yang dialiri muatan listrik kecil. Batang elektrode tersebut ditekan pelan-pelan kepada bagian-bagian otak tertentu, kemudian si pasien diminta untuk melakukan sesuatu, seperti menyebutkan nama dari benda yang ada di gambar, menulis, menghitung, dan membaca. Pasien akan berhenti dari kegiatan tersebut atau terganggu apabila bagian dari otak yang mengontrol kegiatan tersebut tertekan oleh batang elektrode.

Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan metode pembedahan otak, kini penelitian mengenai otak manusia telah mengalami kemajuan. Dewasa ini telah ada alat yang lebih canggih, seperti CT atau CAT (Computerized Axial Tomography) (Yudelman & Slowey, 2022), PET (Positron Emission Tomography) (Jones & Townsend, 2017), MRI (Magnetic Resonance Imaging) (Johnson et al., 2022), ERPs (Event Related Potentials) (Hajcak et al., 2019), dan sebagainya. Dengan menggunakan medium ini, kita akan mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan tentang penentuan bagian-bagian otak tertentu yang berhubungan dengan aktivitas verbal tertentu. Sebagai contoh, apabila informasi yang diterima adalah melalui

bacaan, maka sinyal cahaya akan dikirim dari mata ke korteks visual di lobe ospital, lalu dilanjutkan ke area Wernicke, dan seterusnya. Sedangkan jika informasi yang diterima adalah melalui suara, maka sinyal akustik akan masuk ke korteks auditori di lobe temporal, dan seterusnya seperti yang dijelaskan oleh Dardjowidjojo (2012).

Meskipun demikian, dalam penelitian neurolinguistik, kaidah umum yang diikuti adalah memperhatikan konsekuensi dari suatu "lesi" atau kerusakan pada bagian tertentu di dalam otak yang berhubungan dengan aktivitas kebahasaan. Kerusakan tersebut dapat disebabkan oleh berbagai kondisi, seperti serangan jantung, tumor, stroke, atau jenis trauma otak lainnya. Kerusakan pada bagian otak tertentu dikenal dengan istilah lesion atau lesi. Dari sekian banyak penyebab terjadinya kerusakan bagian otak, stroke menjadi satu di antara penyebab yang menarik untuk dikaji. Kerusakan otak yang disebabkan oleh stroke lebih menarik minat ahli saraf daripada kerusakan otak yang disebabkan oleh tumor atau trauma lainnya (Niemi et al., 2018). Serangan stroke dapat menyebabkan kerusakan pada otak, tetapi hanya berupa kerusakan khusus pada bagian tertentu, sedangkan tumor atau trauma lainnya dapat mengakibatkan kerusakan pada otak secara keseluruhan. Inilah yang menyebabkan mengapa kerusakan bagian otak tertentu yang diakibatkan oleh stroke lebih menarik untuk dikaji oleh para ahli saraf dan neupsikolog.

Bidang Kajian Neurolinguistik

Neurolinguistik pada prinsipnya merupakan suatu bidang ilmu yang mengkaji upaya korelasi dan statistik antara otak dan bahasa (Ghaleb, 2017; Wong et al.,

2016). Oleh sebab itu, para ahli neurologi senantiasa mengkaji relasi antara otak dan bagian-bagiannya dengan aspek bahasa sebagai manifestasinya. Selain itu, neurolinguistik juga dapat dipahami sebagai salah satu bidang ilmu yang bersifat statistik karena para ahli bahasa pada dasarnya tidak dapat mengambil korelasi yang baku antara suatu bagian di otak khusus dan disfungsi lingual khusus pada setiap individu. Kaidah ini tampaknya masih berlaku sampai sekarang, bahwa korelasi bagian otak tertentu pada manusia dengan bahasa dan serangkaian patologinya masih belum *ajeg* dan paten, sehingga masih banyak menyisakan rumpang kekosongan pada kajiannya.

Tidak jauh berbeda dengan kajian psikolinguistik, yaitu mengkaji pemerolehan bahasa sebagai objek kajiannya, neurolinguistik juga menyimpan tantangan yang cukup berat, karena para ahli neurologi bahasa berpedoman dan terikat pada proses tahap demi tahap pengamatan patologi bahasa pasien dan proses pemulihannya. Penelitian neurolinguistik dilakukan melalui bidang patologi, yaitu dengan cara mengamati dan meneliti pasien yang mengalami kerusakan otak yang berpengaruh pada kompetensi berbahasanya.

Terdapat tiga kaidah utama yang menjadi dasar dalam penelitian neurolinguistik secara umum seperti yang dijelaskan oleh Sastra (2011). Pertama, kaidah anatomi saraf pusat, yang membahas fungsi yang dilakukan oleh setiap hemisfer serebrum. Kedua, kaidah kerusakan pada bagian otak tertentu yang memengaruhi kemampuan bahasa seseorang. Selanjutnya, ketiga, kaidah ekspresi verbal penderita

yang turut dipertimbangkan dalam penelitian neurolinguistik.

Adapun beberapa pertanyaan sentral dalam kajian neurolinguistik adalah sebagai berikut (Ahlsen, 2006): (1) Apa yang terjadi pada bahasa dan komunikasi setelah terjadi kerusakan pada bagian otak tertentu dari tipe yang berbeda; (2) Bagaimana cara anak-anak belajar berkomunikasi dan menggunakan Bahasa; (3) Bagaimana kita bisa menghubungkan pemerolehan bahasa mereka dengan perkembangan otak mereka; (4) Bagaimana cara mengukur dan memvisualisasikan proses di dalam otak yang terlibat dalam bahasa dan komunikasi; (5) Bagaimana membuat model-model bahasa dan proses komunikasi yang baik yang akan membantu kita dalam menjelaskan fenomena linguistik yang kita pelajari; (6) Bagaimana cara membuat simulasi komputer dari pemrosesan bahasa, pengembangan bahasa, dan hilangnya Bahasa; (7) Bagaimana mendesain eksperimen yang akan memungkinkan kita menguji model dan hipotesis kita tentang pemrosesan bahasa itu.

Perkembangan Neurolinguistik

Neurolinguistik sebagai ilmu yang membahas hubungan antara bahasa dan otak memang baru dikenalkan pada tahun 1960-an. Akan tetapi diskursus tentang otak dan bahasa telah dimulai sejak periode Mesir kuno, Yunani, dan Romawi. Kemudian perkembangannya berlanjut dari abad pertengahan hingga 1800. Pada awal abad ke 19, barulah dibentuk dasar-dasar dari teori neurolinguistik dengan tokohnya yang terkenal seperti Gall, Bouillaud, Auburtin, Broca, Wernicke, Meynert, dan Lichtheim (Blumstein, 2019). Perkembangan selanjutnya, dikenal dengan istilah

neurolinguistik kontemporer dengan melakukan pendekatan-pendekatan yang lebih modern, seperti penggunaan ilmu komputer dan teknologi yang berhubungan dengan teori neuroimaging (Mitelman, 2019; Narang et al., 2017).

Referensi utama yang menjelaskan hubungan otak dan bahasa yang menyatakan bahwa otak merupakan pusat dari bahasa telah ditemukan dalam papirus Edwin Smith sekitar tahun 3500 SM (Bem et al., 2021; Nikova & Birbilis, 2017; Valadka et al., 2019). Temuan ini menyatakan bahwa kerusakan pada kepala (otak) dapat menimbulkan gejala di bagian lain dari tubuh. Selain itu, dalam tulisan-tulisan lain yang berbahasa Yunani Kuno, gangguan bahasa juga dibahas, misalnya, oleh Hippocrates (400 SM), yang menggambarkan seorang pria yang kehilangan ingatannya terhadap sistem bunyi bahasa. Ia juga mengamati bahwa gangguan bahasa bertepatan dengan hemiparesis (kelumpuhan salah satu sisi tubuh) di sisi tubuh yang berlawanan dengan lesi otak. Lebih lanjut, menurutnya otak adalah organ intelek (mnemonikon) dan jantung adalah organ indra (Barberis & Wright, 2021; Bègue, 2018; Oommen, 2006). Pada waktu yang bersamaan, Democritus menganaliskan otak seperti seorang penjaga (sentinel) dengan dua fungsi utama, yaitu fungsi internal untuk menjaga kecerdasan dan fungsi eksternal untuk menjaga indra. Kemudian, Herophilus telah berhasil melokalisasi kecerdasan pada ventrikel (rongga) otak sekitar tahun 300 SM (Stefanou, 2020). Pandangannya ini bertahan dalam waktu yang cukup lama dan bahkan masih ditemukan hingga akhir abad ke-18.

Lebih lanjut, Plato (pada abad ke-4 SM) mencoba melokalisasi kompetensi dan

kemampuan jiwa yang berbeda di berbagai bagian otak seseorang (Barberis & Wright, 2021). Baginya, otak merupakan pusat dari semua indra. Di sisi yang lain, Aristoteles, mengklaim bahwa otak hanyalah semacam sistem pendingin, sementara jantung adalah pusat dari segala saraf. Namun demikian, pendapatnya ini tidak memiliki pengaruh dalam jangka waktu yang cukup panjang.

Perkembangan tentang diskursus otak dan bahasa berlanjut dari abad pertengahan hingga 1800. Selama periode ini, sejumlah deskripsi kasus bermunculan, yang menggambarkan berbagai jenis gangguan bahasa (Prieur et al., 2019). Selain itu, secara teoretis, pembahasan tentang ventrikel otak berlanjut seiring dengan ditemukannya berbagai kasus yang berkenaan dengan hal tersebut. Memori dan sistem ingatan diasumsikan dilokalisasi pada ventrikel keempat dan dokter asal Italia, Antonio Guainero menyarankan pada abad ke-15 bahwa kesalahan penamaan merupakan salah satu gejala gangguan memori yang disebabkan oleh terlalu banyak dahak di ventrikel keempat. Akhirnya, teori tentang ventrikel otak dikritisi oleh ahli anatomi, Costanzo Varolius dan Andreas Vesalius, yang ingin melokalisasi fungsi psikologis dalam inti otak lunak dan menekankan pentingnya pembahasan tentang volume otak (Ahlsen, 2006).

Pada abad ke-17, mulai dikenal teori unitarianisme yang dikemukakan oleh Rene Descartes. Ia berpandangan bahwa jiwa itu “tidak dapat dibagi” dan memiliki pusat di kelenjar pineal, sebuah organ yang terletak di bagian tengah dari otak (Ahlsen, 2006). Lebih lanjut, dokter Thomas Willis (1664-1672) menempatkan sistem imajinasi dalam salah satu bagian otak yang disebut corpus

callosum (seikat serat yang menghubungkan dua belahan otak). Adapun corpus striatum (organ di dalam otak) diyakini mampu menciptakan gambaran kesan sensoris, tetapi gambaran ini tidak akan lengkap tanpa ada bantuan dari corpus callosum. Teori unitarianisme kemudian dikritik oleh salah satu ahli anatomi, Albrecht von Haller, yang menurutnya teori ini dipandang sebagai “teori tanpa pengetahuan”. Bagaimanapun juga, mereka (para penganut teori unitarianisme), didukung oleh pihak gereja dan monarki pada saat itu, karena gagasan jiwa sebagai satu unit, mungkin terletak di satu struktur otak pusat, seiring dengan pandangan dogma agama Kristen.

Singkatnya, pada pergantian abad ke-19, teori dan pengetahuan tentang afasia, sebagai salah satu jenis gangguan bicara yang diakibatkan oleh kerusakan bagian otak, telah muncul dan berkembang (Eling & Whitaker, 2022). Hampir semua jenis klinis afasia telah banyak dijelaskan; hubungan antara afasia dan kerusakan bagian otak telah banyak dikenalkan; dan hipotesis bahwa afasia disebabkan oleh pemutusan antara ide dan tanda-tanda linguistik juga telah dimunculkan.

Adapun dasar-dasar dari teori neurolinguistik baru muncul pada abad ke-19 yang diawali oleh pembahasan tentang lokalisasi kemampuan mental oleh Franz Joseph Gall, salah seorang ahli anatomi pada masanya (Brown, 2019; Eling & Finger, 2018, 2019). Menurutnya, sistem kemampuan mental seseorang dilokalisasi pada korteks otak. Korteks itu sendiri sebelumnya dianggap sebagai ekspansi membran otak yang berfungsi menyebarkan zat makanan ke dalam otak. Gall juga memandang bahwa korteks sebagai bagian dari otak memiliki lapisan yang seragam

secara morfologis. Ia mendasarkan pandangannya ini pada dua pengamatan, yaitu (1) kasus hidrosefalus, korteks telah direntangkan karena telah banyak cairan sehingga kehilangan konvolusinya tetapi fungsi otaknya tidak berubah; (2) kemungkinan mengubah struktur konvolusi dengan secara eksternal memengaruhi korteks.

Ketika Gall mengusulkan teorinya (1791 dan 1810), perdebatan tentang diskursus ini semakin sengit dengan melibatkan teori unitarianisme dan lokalisasi sebagai subjeknya. Konflik ini bersifat politis. Teori lokalisasi dipandang sebagai musuh bagi pihak gereja, paus, dan raja, sementara kaum unitarianisme berada di kubu gereja, paus, dan raja. Mereka yang mengkritik Gall, termasuk di dalamnya para filsuf seperti Hegel, Schopenhauer, dan Comte, lebih berpengaruh selama periode ini. Para kritikus ini mengklaim bahwa tidak mungkin menggabungkan dua hal yang sangat kontradiktif, seperti perilaku dan bagian dari korteks, bahwa kemampuannya terlalu abstrak dan pengetahuan itu tidak memiliki landasan pengetahuan anatomi morfologis.

Lebih lanjut, perkembangan teori neurolinguistik pasca-Gall, dibidani oleh Bouillaud dan Auburtin. Jean Baptiste Bouillaud dianggap sebagai penghubung antara teori Gall dan Broca (Corballis, 2018). Bouillaud merupakan salah seorang murid dari Gall, dan ia mendukung penuh pandangan dari Gall. Pada tahun 1825, Bouillaud melakukan eksperimen yang membuktikan bahwa lesi di lobus frontal mengakibatkan hilangnya kemampuan berbicara. Ia mempresentasikan serangkaian kasus dan akhirnya bersimpulan bahwa gangguan berbicara berkorelasi dengan lesi

di lobus frontal. Bouillaud juga menemukan dua jenis gangguan berbicara yang berhubungan dengan kerusakan pada bagian otak, yaitu gangguan “gerakan berbicara” dan gangguan “memori kata”; ini sesuai dengan pandangan yang diasumsikan oleh Gall. Adapun kaum unitarianisme kemudian memunculkan argumen tandingan. Mereka mempresentasikan pasien yang memiliki lesi di bagian lobus frontal, tetapi tidak mengalami gangguan berbicara, dan pasien yang memiliki gangguan berbicara ternyata memiliki lesi di bagian lobus lainnya.

Pandangan Bouillaud kemudian dilanjutkan oleh menantu lelakinya, yaitu Ernest Auburtin. Ia mengenalkan ide-idenya kepada masyarakat antropologis Paris pada tahun 1861 (Corballis, 2018). Ia menemukan seorang pasien yang mencoba melakukan bunuh diri dengan menembakkan peluru ke tulang tengkoraknya tepat di atas lobus frontal. Auburtin telah menemukan bahwa jika kita menekan lobus frontal dengan spatula, pasien akan berhenti berbicara, dan ia memandang hal ini sebagai bukti bahwa lokalisasi tuturan berada pada lobus frontal.

Secara tradisional, dasar teori neurolinguistik dikatakan telah ada sejak tahun 1861, ketika Paul Broca memperkenalkan teorinya yang didasarkan pada temuan dalam diri pasien yang sedang ditanganinya, Laborgne. Pasiennya itu mengalami kesulitan menghasilkan tuturan. Pasien tersebut pun dinamai “Tan” karena hanya bunyi ini yang menjadi satu-satunya luaran wicara. Hasil pemeriksaan otopsi, diketahui bahwa pasien mengalami kerusakan otak di bagian tertentu yang menyebabkan kemampuan bicaranya terganggu. Area pada otak yang mengalami kerusakan tersebut kemudian dikenal

dengan istilah area broca, konvolusi frontal ketiga (*gyrus*) (*pars triangularis* dan *pars opercularis*) di belahan kiri otak (Ahlsen, 2006).

Setelah mengamati gejala lingual yang ada pada salah seorang pasien dan beberapa orang lain dengan gejala yang sama, Broca akhirnya menetapkan dua hipotesis pentingnya pada tahun 1865, yaitu sebagai berikut (Ahlsen, 2006): (1) Sangat memungkinkan adanya lokalisasi fungsi psikologis pada bagian konvulsi otak; (2) Gejala linguistik disebabkan oleh lesi di belahan kiri dan akibatnya bahasa dilateralisasi, yang sama sekali tidak terduga.

Dengan temuan ini, Broca kemudian dikenal sebagai penemu teori gangguan linguistik (ketidakmampuan untuk berbicara). Namun demikian, temuan dari Broca pada akhirnya malah memunculkan konflik baru di kalangan unitaris (kebanyakan orang-orang konservatif) dan lokalis (kebanyakan orang liberal republikan), hingga akhirnya salah satu artikel yang ditulis oleh Marc Dax kemudian dimunculkan yang mengklaim bahwa ia telah melokalisasi bahasa pada otak kiri lebih dulu dibandingkan Broca, yaitu pada 1836 (Ahlsen, 2006). Putra Dax mengklaim bahwa ia telah mempresentasikan temuannya itu pada sebuah konferensi di Montpelier dan akhirnya menuduh bahwa Broca bersalah karena telah melakukan plagiarisme. Bagaimanapun juga, akhirnya Broca memenangkan sengketa tersebut karena tidak dapat dibuktikan bahwa Dax telah menyajikan teorinya dan pernah memublikasinya artikel yang ditulisnya. Hingga akhirnya, teori lokalisasi menjadi teori yang populer hingga kini dan kecenderungan tipe penelitian dalam

kerangka neurolinguistik berupa upaya melokalisasi gejala-gejala yang lain, seperti agrafia, disleksia, dan sebagainya.

Tokoh terkemuka lainnya pada bidang ilmu neurolinguistik adalah Wernicke. Carl Wernicke merupakan salah seorang ahli saraf yang pada tahun 1874 telah berhasil melengkapi teori yang telah dikemukakan oleh Broca berkenaan dengan gangguan berbicara. Ia lebih lanjut mengembangkan gagasan bahwa fungsi bahasa dilokalisasi pada bagian konvolusi otak (*gyrus*). Pasien dengan gejala defisit lingual memiliki lesi di area yang kemudian dikenal sebagai area Wernicke, bagian posterior dari *gyrus temporal* atau superior pertama. Teori yang dikemukakan Wernicke ini kemudian menjadi merupakan teori yang lebih rumit dari teori-teori yang telah ada sebelumnya.

Bahasa dan Otak dalam Kajian Neurolinguistik

Organ tubuh manusia yang bertanggung jawab atas kontrol dan koordinasi semua gerakan dan fungsi tubuh, termasuk berbahasa, adalah otak. Telah banyak teori yang menjelaskan adanya hubungan antara bahasa dan otak. Namun, untuk mengetahui lebih jelas tentang hubungan antara bahasa dan otak, perlu dipaparkan terlebih dahulu aspek fisiologis dan morfologis dari otak itu sendiri dan bahasa yang dikaitkan dengan hipotesis kenuranean Chomsky (*the innateness hypothesis*). Hipotesis kenuranean meyakini bahwa manusia memiliki kemampuan alami bawaan yang memungkinkan mereka untuk menghasilkan dan mempelajari bahasa. Hipotesis ini menekankan bahwa kemampuan bahasa dimiliki oleh setiap individu secara intrinsik melalui otak mereka.

Whitaker menjelaskan bahwa terdapat tiga bukti utama yang mendasari identifikasi daerah spesifik di otak yang terkait dengan bahasa. Pertama, unsur-unsur keterampilan bahasa seperti berbicara, mendengarkan, menulis, dan membaca, serta struktur linguistik seperti sintaksis, semantik, leksikal dan gramatikal, memiliki daerah khas yang berbeda dalam otak. Kedua, semua orang memiliki daerah yang sama di otak untuk bahasa. Ketiga, kemampuan bahasa berkorelasi dengan belahan otak. Beberapa penelitian seperti Ardila (2011), Klein dkk. (2006), dan Wong dkk. (2016) menemukan korelasi yang jelas antara belahan otak dengan aspek bahasa.

Otak manusia terdiri atas beberapa bagian anatomi yang berbeda. Secara umum, sistem otak manusia terdiri atas tiga bagian utama yaitu (1) otak besar (serebrum), (2) otak kecil (serebelum), dan (3) batang otak (Crystal, 2015). Bagian yang sangat penting dalam proses berbahasa adalah bagian otak besar (*serebrum*) yang terdiri atas dua lobus besar yang sama besarnya, yaitu belahan otak kiri dan belahan otak kanan. Korteks serebral merupakan bagian terpenting dari otak besar yang terlibat langsung dalam proses berbahasa. Secara anatomis dan fisiologis, korteks serebral berwarna putih dan merupakan bagian terbesar dalam struktur fisiologis dari otak manusia. Secara fungsional, korteks serebral berperan dalam mengatur dan mengelola proses kognitif manusia, termasuk dalam proses berbahasa.

Bagian terbesar dalam struktur fisiologis dari otak manusia adalah korteks serebral, yang terbagi menjadi dua bagian yaitu belahan otak kiri (hemisfer kiri) dan belahan otak kanan (hemisfer kanan). Hemisfer kanan berperan dalam pemrosesan

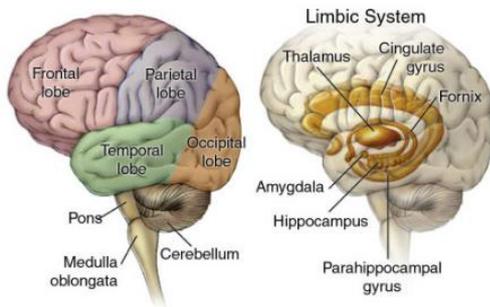
informasi spasial dan visual, seperti melihat dan memahami benda dalam tiga dimensi, sedangkan hemisfer kiri terutama bertanggung jawab untuk mengontrol aktivitas berbahasa dan proses kognitif lainnya. Kedua belahan otak ini terhubung ke saraf tulang belakang melalui batang otak, yang terdiri dari otak tengah, pons, dan medulla oblongata. Serebelum atau otak kecil yang terletak pada bagian pons berperan dalam menjaga postur tubuh dan mengkoordinasikan gerakan tubuh agar lancar (Crystal, 2015).

Lebih lanjut, pemetaan wilayah korteks otak yang terlibat dalam aktivitas fisik telah dilakukan oleh tim ahli bedah saraf di Montreal pada tahun 1950-an. Melalui perangsangan elektrik pada bagian-bagian tertentu otak yang terkena penyakit epilepsi telah menggambarkan adanya sejumlah hubungan neurologis antara otak dengan berbagai fungsinya. Otak merupakan salah satu organ manusia yang tidak mengandung reseptor nyeri, sehingga pasien tidak perlu dibius dalam proses eksperimentalnya itu. Kontraksi otot di berbagai titik dalam tubuh dapat pula diamati, karena bisa mendadak memicu proses vokalisasi dan ketidakmampuan berbicara di luar kendali.

Satu hal penting lainnya yang perlu dibahas dalam pembahasan tentang fungsi otak adalah bahwa setiap belahan otak mengontrol pergerakan dan menerima input sensorik dari sisi tubuh yang berlawanan (Crystal, 2015). Itu artinya, dapat dipahami bahwa belahan otak kiri, misalnya, berfungsi mengontrol pergerakan dari sisi kanan tubuh, begitu pula sebaliknya. Itulah sebabnya, kerusakan otak pada satu belahan biasanya berkorelasi dengan pengaruh fisik

(seperti kelumpuhan) pada sisi tubuh yang berlawanan.

Secara keseluruhan, anatomi dan fisiologi dari otak dapat dilihat dari gambar berikut ini.



(sumber: www.braintemporalpicture.com)

Gambar 1. Anatomi otak manusia

Simpulan

Neurolinguistik atau neurologi bahasa merupakan cabang ilmu yang mempelajari fungsi struktur otak manusia dalam memproses bahasa serta gangguan yang terjadi dalam pemerolehan bahasa. Tujuan utama dari neurolinguistik adalah untuk mempelajari bagaimana struktur otak terkait dengan proses bahasa dan gejala kebahasaan yang diakibatkan oleh gangguan pada bagian-bagian otak tertentu. Penelitian pada bidang neurolinguistik didasarkan pada tiga bukti utama, yaitu bahwa keterampilan bahasa seperti bicara, mendengarkan, menulis, dan membaca serta struktur bahasa memiliki daerah khusus dalam otak, bahasa semua orang menempati daerah yang sama dalam otak, dan kemampuan bahasa berkaitan dengan belahan otak tertentu.

Daftar Pustaka

- Ahlson, E. (2006). *Introduction to Neurolinguistics*. John Benjamin Publishing Company.
- Aldhaheri, T. A., Kulkarni, S. B., & Bhise, P. R. (2021). Brain-Computer

Interfaces and Neurolinguistics: A Short Review. In *Lecture Notes on Data Engineering and Communications Technologies* (Vol. 55, pp. 655–670). Springer Science and Business Media Deutschland GmbH. https://doi.org/10.1007/978-981-15-8677-4_54

Ardila, A. (2011). There are Two Different Language Systems in the Brain. *Journal of Behavioral and Brain Science*, 01(02), 23–36. <https://doi.org/10.4236/jbbs.2011.12005>

Azieb, S. (2021). The Critical Period Hypothesis in Second Language Acquisition: A Review of The Literature. *IJARS International Journal Of Humanities and Social Studies*, 8(4), 20. <https://doi.org/10.22259/2694-6296.0804001>

Bambini, V., & Canal, P. (2021). Neurolinguistic Research on the Romance Languages. In *Oxford Research Encyclopedia of Linguistics*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199384655.013.443>

Barberis, S. D., & Wright, C. (2021). History of Behavioral Neurology. In *Encyclopedia of Behavioral Neuroscience: Second Edition* (Vols. 1–3, pp. 1–13). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819641-0.00019-0>

Bègue, I. (2018). From Emotion Processing to Metacognition: Mnemonic Contributions in Conversion/Functional Neurological Symptoms. *Swiss Arch Neurol Psychiatr Psychother*, 169, 253–259. <https://doi.org/10.31234/OSF.IO/CTV56>

- Bem, L. S., Lemos, N. B., De Lima, L. F. G., Dias, A. J. A., Da Cunha Ferreira Neto, O., De Lira, C. C. S., Diniz, A. M. S., Rabelo, N. N., Barroso, L. K. V., Valença, M. M., & De Azevedo Filho, H. R. C. (2021). The Anatomy of The Brain - Learned Over the Centuries. *Surgical Neurology International*, 12(319).
https://doi.org/10.25259/SNI_200_2021
- Benjamin, C. F., Walshaw, P. D., Hale, K., Gaillard, W. D., Baxter, L. C., Berl, M. M., Polczynska, M., Noble, S., Alkawadri, R., Hirsch, L. J., Constable, R. T., & Bookheimer, S. Y. (2017). Presurgical Language fMRI: Mapping of Six Critical Regions. *Human Brain Mapping*, 38(8), 4239–4255.
<https://doi.org/10.1002/hbm.23661>
- Blumstein, S. (2019). A Brief Historical Perspective. In G. I. de Zubizaray & N. O. Schiller (Eds.), *The Oxford Handbook of Neurolinguistics* (pp. 1–16). Oxford University Press.
<https://doi.org/10.4337/9781843769804.00011>
- Brown, R. E. (2019). Review of Franz Joseph Gall: Naturalist of The Mind, Visionary of The Brain. *History of Psychology*, 22(4), 374–379.
https://doi.org/10.1037/hop0000135_d
- Cahyantini, I. D., Supriyana, A., & Wahyu, A. (2018). Neurolinguistik, Fonologi, Penyandang Afasia Perkembangan. *Arkhaïs*, 09(1), 1–12.
- Corballis, M. C. (2018). Fearful Asymmetry: Bouillaud, Dax, Broca, and The localization of Language, Paris, 1825-1879. *Laterality*, 23(4), 501–503.
<https://doi.org/10.1080/1357650X.2017.1394320>
- Crystal, D. (2015). *Ensiklopedi Bahasa; the Cambridge Encyclopedia of Language*. Nuansa Cendekia.
- Dardjowidjojo, S. (2012). *Psikolinguistik Pengantar Pemahaman Bahasa Manusia*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Drigas, A., Mitsea, E., & Skianis, C. (2021). Neuro-Linguistic Programming, Positive Psychology & VR in Special Education. *Scientific Electronic Archives*, 15(1), 30–39.
<https://doi.org/10.36560/15120221497>
- Duff, P. A. (2012). Case Study Research in Applied Linguistics. In *Case Study Research in Applied Linguistics* (Vol. 9780203827). Taylor and Francis.
<https://doi.org/10.4324/9780203827147>
- Duñabeitia, J. A., & García-Palacios, A. (2020). The Transdisciplinary Nature of Affective Neurolinguistics: A Commentary on Hinojosa, Moreno and Ferré (2019). In *Language, Cognition and Neuroscience* (Vol. 35, Issue 7, pp. 868–870). Routledge.
<https://doi.org/10.1080/23273798.2019.1645868>
- Eling, P., & Finger, S. (2018). Franz Joseph Gall on Faculties in The Anterior Part of The Brain. *Revue Neurologique*, 174(10), 737–738.
<https://doi.org/10.1016/j.neurol.2018.09.003>
- Eling, P., & Finger, S. (2019). Franz Joseph Gall on The Cerebellum as The Organ for The Reproductive Drive. *Frontiers in Neuroanatomy*, 13, 40.
<https://doi.org/10.3389/fnana.2019.00040>
- Eling, P., & Whitaker, H. (2022). History of Aphasia: A Broad Overview. In

- Handbook of Clinical Neurology* (Vol. 185, pp. 3–24). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823384-9.00017-7>
- Faroqi-Shah, Y., Sampson, M., Pranger, M., & Baughman, S. (2018). Cognitive control, word retrieval and bilingual aphasia: Is there a relationship? *Journal of Neurolinguistics*, 45, 95–109. <https://doi.org/10.1016/j.jneuroling.2016.07.001>
- Ghaleb, A. O. E. (2017). Brain and Language Specialty: Insights from Aphasiology and Neuroimaging. *Theory and Practice in Language Studies*, 7(12), 1178. <https://doi.org/10.17507/tpls.0712.04>
- Greenwell, T., & Walsh, B. (2021). Evidence-Based Practice in Speech-Language Pathology: Where Are We Now? *American Journal of Speech-Language Pathology*, 30(1), 186–198. https://doi.org/10.1044/2020_AJSLP-20-00194
- Hajcak, G., Klawohn, J., & Meyer, A. (2019). The Utility of Event-Related Potentials in Clinical Psychology. *Annual Review of Clinical Psychology*, 15, 71–95. <https://doi.org/10.1146/annurev-clinpsy-050718-095457>
- Hill, A. E., Ward, E., Heard, R., McAllister, S., McCabe, P., Penman, A., Caird, E., Aldridge, D., Baldac, S., Cardell, E., Davenport, R., Davidson, B., Hewat, S., Howells, S., Purcell, A., & Walters, J. (2021). Simulation Can Replace Part of Speech-Language Pathology Placement Time: A Randomised Controlled Trial. *International Journal of Speech-Language Pathology*, 23(1), 92–102. <https://doi.org/10.1080/17549507.2020.1722238>
- Hinojosa, J. A., Moreno, E. M., & Ferré, P. (2020). Affective Neurolinguistics: Towards a Framework for Reconciling Language and Emotion. In *Language, Cognition and Neuroscience* (Vol. 35, Issue 7, pp. 813–839). Routledge. <https://doi.org/10.1080/23273798.2019.1620957>
- Hock, H. H. (2020). Principles of Historical Linguistics. In *Principles of Historical Linguistics*. De Gruyter. <https://doi.org/10.1515/9783110871975>
- Indah, N. R. (2017). *Gangguan Berbahasa Kajian Pengantar*. UIN-Maliki Press.
- Johan, M., & Susanto, A. (2015). Gangguan bertutur pada penderita stroke. *Deiksis - Jurnal Pendidikan Bahasa Dan Sastra Indonesia*, 5(2), 112–121.
- Johnson, M., Sreela, L. S., Mathew, P., & Prasad, T. S. (2022). Actual Applications of Magnetic Resonance Imaging in Dentomaxillofacial Region. *Oral Radiology*, 38(1), 17–28. <https://doi.org/10.1007/s11282-021-00521-x>
- Jones, T., & Townsend, D. (2017). History and Future Technical Innovation in Positron Emission Tomography. *Journal of Medical Imaging*, 4(1), 011013. <https://doi.org/10.1117/1.jmi.4.1.011013>
- Klein, D., Zatorre, R. J., Chen, J. K., Milner, B., Crane, J., Belin, P., & Bouffard, M. (2006). Bilingual brain organization: A functional magnetic resonance adaptation study. *NeuroImage*, 31(1), 366–375. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2005.12.012>

- Liégeois, F. J., Mei, C., Pigdon, L., Lee, K. J., Stojanowski, B., Mackay, M., & Morgan, A. T. (2019). Speech and Language Impairments After Childhood Arterial Ischemic Stroke: Does Hemisphere Matter? *Pediatric Neurology*, 92, 55–59. <https://doi.org/10.1016/j.pediatrneurol.2018.11.006>
- McHale, L. (2022). Communication in The Brain. In *Neuroscience for Organizational Communication* (London, pp. 35–46). Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1007/978-981-16-7037-4_4
- Mitelman, S. A. (2019). Transdiagnostic Neuroimaging in Psychiatry: A Review. *Psychiatry Research*, 277, 23–38. <https://doi.org/10.1016/j.psychres.2019.01.026>
- Narang, K. S., Kedia, R., & Jha, A. N. (2017). History of Neuroimaging. In K. S. Narang & A. N. Jha (Eds.), *Intraoperative Imaging in Neurosurgery* (pp. 1–6). https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=arlEDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=history+of+neuroimaging&ots=Yg3hX1rXxx&sig=0U5t8pLD8VLwQ-d-QyvDnCOwtGI&redir_esc=y#v=onepage&q=historyofneuroimaging&f=false
- Nasrullah, R., Suganda, D., Wagiaty, & Riyanto, S. (2019). Recovery Patterns and A Linguistic Therapy Model of Sundanese-Indonesian Bilingual Aphasia: A Neurolinguistic Study. *Indonesian Journal of Applied Linguistics*, 9(2), 452–462. <https://doi.org/10.17509/ijal.v9i2.20243>
- Nasrullah, R., Suganda, D., Wagiaty, & Riyanto, S. (2021). Verbal-Lexical Expression of Indonesian-Speaking Persons with Broca's Aphasia. *Ilkogretim Online-Elementary Education Online*, 20(5), 692–706. <https://doi.org/10.17051/ilkonline.2021.05.74>
- Niemi, P., Poskiparta, E., Vauras, M., & Mak, H. (2018). Reading and Writing Difficulties do not always Occur as the Researcher Apects. *Scandinavian Journal of Psychology*, 39(3).
- Nikova, A., & Birbilis, T. (2017). The Basic Steps of Evolution of Brain Surgery. *Maedica*, 12(4), 297–305. [/pmc/articles/PMC5879592/](https://doi.org/10.1016/j.medic.2017.04.001)
- Novita, R., Padang, B. B., & Tangah, C. (2011). *Ekspresi Fonologis Anak Autis pada Program Menengah: Kajian Neurolinguistik*. 17(1), 43–52.
- Onyshchak, H., Koval, L., Vazhenina, O., Bakhov, I., Povoroznyuk, R., & Devitska, A. (2021). Cognitive and Neurolinguistic Aspects of Interpreting. *BRAIN. Broad Research in Artificial Intelligence and Neuroscience*, 12(4), 224–237. <https://doi.org/10.18662/brain/12.4/246>
- Oommen, K. J. (2006). Neurological History and Physical Examination. *EMedicine*, 2008(August 12), 1–10. [https://www.sonoranhealth.org/resources/Neuro+History+\\$26+Exam.pdf](https://www.sonoranhealth.org/resources/Neuro+History+$26+Exam.pdf)
- Penfield, W., & Roberts, L. (1959). *Speech and Brain Mechanisms*. Princeton University Press.
- Pietsch, K., Lyon, T., & Dhillon, V. K. (2018). Speech Language Pathology Rehabilitation. *Medical Clinics of North America*, 102(6), 1121–1134.

- <https://doi.org/10.1016/j.mcna.2018.06.010>
- Prieur, J., Lemasson, A., Barbu, S., & Blois-Heulin, C. (2019). History, Development and Current Advances Concerning the Evolutionary Roots of Human Right-Handedness and Language: Brain Lateralisation and Manual Laterality in Non-Human Primates. *Ethology*, *125*(1), 1–28. <https://doi.org/10.1111/eth.12827>
- Sastra, G. (2007). Ekspresi Verbal Penderita Stroke Penutur Bahasa Minangkabau: Suatu Analisis Neurolinguistik. *Linguistik Indonesia*, *25*(2), 21–32.
- Sastra, G. (2011). *Neurolinguistik Suatu Pengantar*. Alfabeta.
- Sidtis, D. L., & J.Sidtis, J. (2018). Cortical-Subcortical Production of Formulaic Language: A Review of Linguistic, Brain Disorder, and Functional Imaging Studies Leading to a Production Model. *Brain and Cognition*, *126*, 53–64. <https://doi.org/10.1016/j.bandc.2018.08.003>
- Staley, B., Hickey, E., Rule, D., Barrett, H., Salter, C., Gibson, R., & Rochus, D. (2021). Speech-Language Pathology and Ethical Practice in Global Contexts. *International Journal of Speech-Language Pathology*, *23*(1), 15–25. <https://doi.org/10.1080/17549507.2020.1743358>
- Stefanou, M. I. (2020). The Footprints of Neuroscience in Alexandria During the 3rd-Century BC: Herophilus and Erasistratus. *Journal of Medical Biography*, *28*(4), 186–194. <https://doi.org/10.1177/0967772018789349>
- Valadka, A. B., Maas, A. I. R., & Servadei, F. (2019). Introduction: Traumatic Brain Injury. *Neurosurgical Focus*, *47*(5), E1. <https://doi.org/10.3171/2019.8.FOCUS19688>
- Vendler, Z. (2019). Linguistics in Philosophy. In *Linguistics in Philosophy*. Cornell University Press. <https://doi.org/10.7591/9781501743726>
- Wang, P., Zhao, Z., Bu, L., Kudulaiti, N., Shan, Q., Zhou, Y., Farrukh Hameed, N. U., Zhu, Y., Jin, L., Zhang, J., Lu, J., & Wu, J. (2021). Clinical Applications of Neurolinguistics in Neurosurgery. *Frontiers of Medicine*, *15*(4), 562–574. <https://doi.org/10.1007/s11684-020-0771-z>
- Weidner, K., & Lowman, J. (2020). Telepractice for Adult Speech-Language Pathology Services: A Systematic Review. *Perspectives of the ASHA Special Interest Groups*, *5*(1), 326–338. https://doi.org/10.1044/2019_persp-19-00146
- Wong, B., Yin, B., & O'Brien, B. (2016). Neurolinguistics: Structure, Function, and Connectivity in the Bilingual Brain. *BioMed Research International*, *2016*. <https://doi.org/10.1155/2016/7069274>
- Yudelman, E. A., & Slowey, N. C. (2022). Coral Extension Rate Analysis Using Computed Axial Tomography. *Coral Reefs*, *41*(4), 973–985. <https://doi.org/10.1007/s00338-022-02235-w>
- Zhuravlova, O., Zhuravlov, O., Kozachuk, N., Volzhentseva, I., & Zasiakina, L. (2021). Neuropsycholinguistic Links Between Procrastination and

Prospective Memory. *East European Journal of Psycholinguistics*, 8(2), 265–275.
<https://doi.org/10.29038/EEJPL.2021.8.2.ZHU>