



**HUBUNGAN ANTARA KADAR *BRAIN DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR* (BDNF) DENGAN TINGKAT KECERDASAN PADA ANAK SEKOLAH DASAR DI DAERAH ENDEMIK MALARIA KABUPATEN SELUMA TAHUN 2019**

**TESIS**

**OLEH**  
**NAMA : ENA JUHAINA**  
**NIM : 10012681822011**

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT (S2)**  
**FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT**  
**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**  
**2019**



**HUBUNGAN ANTARA KADAR *BRAIN DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR (BDNF)* DENGAN TINGKAT KECERDASAN PADA ANAK SEKOLAH DASAR DI DAERAH ENDEMIK MALARIA KABUPATEN SELUMA TAHUN 2019**

**TESIS**

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar (S2)  
Magister Kesehatan Masyarakat Pada Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Universitas Sriwijaya

OLEH  
NAMA : ENA JUHAINA  
NIM : 10012681822011

**PROGRAM STUDI ILMU KESEHATAN MASYARAKAT (S2)  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2019**

## HALAMAN PENGESAHAN

### HUBUNGAN ANTARA KADAR *BRAIN DERIVED NEUROTROPHIC FACTOR* (BDNF) DENGAN TINGKAT KECERDASAN PADA ANAK SEKOLAH DASAR DI DAERAH ENDEMIK MALARIA KABUPATEN SELUMA TAHUN 2019

## TESIS

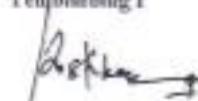
Diajukan Sebagai Syarat untuk Mengambil Gelar  
Magister Kesehatan Masyarakat (M.K.M.)

OLEH

NAMA : ENA JUHAINA  
NIM : 10012681822011

Palembang, Desember 2019

Pembimbing I

  
Dr. Rostika Floru, S.Kep., M.Kes.  
NIP. 197109271994032004

Pembimbing II

  
Dr. Rien J.Situmor, SKM., M.Kes (Epid)  
NIP. 198101212003121002



## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Tesis dengan judul "Hubungan antara Kadar Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Daerah Endemik Malaria Kabupaten Seluma Tahun 2019" telah dipertahankan dihadapan Panitia Sidang Ujian Tesis Program Studi Magister (S2) Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Desember 2019 dan telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai dengan masukan Panitia Sidang Ujian Tesis Program Studi Magister (S2) Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.

Palembang, Desember 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Tesis

Ketua :

1. Dr. Rostika Flora, S.Kep, M.Kes  
NIP. 197109271994032004

( *Rostika* )

Anggota :

2. Dr. Rico J.Sitorus, SKM., M.Kes (Epid)  
NIP. 198101212003121002

( *In Sitorus* )

3. Prof. dr. H. Chairil Anwar, DAP&E, SpParK., Ph.D  
NIP. 195310041983031002

( *Chairil* )

4. Dr. dr. H.M. Zulkarnain, M.Med.Sc., PKK  
NIP. 196109031989031002

( *Zulkarnain* )

5. Dr. H. Achmad Fickry Faisya, SKM., M.Kes  
NIP. 196406211988031002

( *Fickry* )

Mengetahui,  
**Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat**



Iwan Sri Budi, SKM., M.Kes  
NIP. 19391206 200312 1 003

Koordinator Program Studi  
S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat

( *Rostika* )  
Dr. Rostika Flora, S.Kep, M.Kes  
NIP. 19710927 199403 2 004

## **PERNYATAAN INTEGRITAS**

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ena Juhaina  
NIM : 10012681822011  
Judul Tesis : Hubungan antara Kadar *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Daerah Endemik Malaria Kabupaten Seluma Tahun 2019

Menyatakan bahwa Laporan Tesis saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/*plagiat*. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/ *plagiat* dalam Tesis ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa ada paksaan dari siapapun.



Palembang, Desember 2019



Ena Juhaina

NIM. 10012681822011

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillaahi rabbil'aalamiin*, rasa syukur yang tak terkira penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu Wata'ala*, karena berkat rahmat dan hidayahNya lah penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan judul **“Hubungan antara Kadar Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF) dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Daerah Endemik Malaria Kabupaten Seluma Tahun 2019”**. Tesis ini merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan program Magister pada Program Studi Ilmu Kesehatan Masyarakat, Bidang Kajian Utama Epidemiologi dan Biostatistik di Program Pascasarjana Universitas Sriwijaya, Palembang. Tesis ini ditulis berdasarkan hasil penelitian dengan judul yang sama yang mengkaji tentang “Hubungan antara Kadar BDNF dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Daerah Endemik Malaria Kabupaten Seluma Tahun 2019”.

Atas dukungan dari berbagai pihak proses penyusunan tesis ini dapat berjalan dengan baik. Untuk itu, dengan penuh rasa hormat dan penghargaan yang setinggi-tingginya penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus dan tak terhingga kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Anis Saggaff, MSCE., selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Iwan Stia Budi, SKM, M.Kes., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sriwijaya.
3. Ibu Dr. Rostika Flora, S.Kep., M.Kes., selaku Koordinator Program Studi S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat sekaligus sebagai pembimbing I yang telah membimbing, memotivasi dan memberikan banyak masukan dan arahan terkait penulisan tesis ini. Terima kasih yang sebesar-besarnya.
4. Bapak Dr. Rico Januar Sitorus, SKM., M.Kes(epid), selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan terkait metode penelitian dan analisis data.
5. Bapak Prof. dr. H. Chairil Anwar, DAP&E., SpParK., Ph. D, Bapak Dr. dr. H.M. Zulkarnain, M.Med.Sc., PKK, Bapak Dr. H.A. Fickry Faisya, SKM., M.Kes dan Bapak Dr. Nur Alam Fajar, S.Sos., M. Kes selaku penguji yang banyak memberikan masukan, bimbingan, arahan dan koreksi sejak proposal untuk kesempurnaan tesis.
6. Ibu Nurlaili, S.Sos, M.Kes, Bapak Iksan, S.Kep, M.Kes, Bapak Samwilson Slamet, SKM, M.Kes dan Ibu Risna, SKM, M.Kes selaku pembimbing lapangan selama penelitian di Kabupaten Seluma serta rekan-rekan seperjuangan penelitian payung (Hilza, Nisak, Maraden, Eva, Eci, Maya, Mario) terima kasih atas kerjasamanya yang tak terlupakan.
7. Dinas Kesehatan dan Dinas Pendidikan Kabupaten Seluma Provinsi Bengkulu yang telah mengizinkan pengambilan data.

8. Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma yang telah banyak membantu dalam proses pengambilan data penelitian ini.
9. Puskesmas Talang Tinggi, Puskesmas Tumbuan, Puskesmas Masmambang, Puskesmas Selebar dan Puskesmas Puguk Kabupaten Seluma yang telah meluangkan waktu dan tenaganya dalam membantu pengambilan data penelitian ini.
10. Kemenristek Dikti yang telah mendanai penelitian ini dengan memberikan dana Hibah Penelitian Dasar Kemenristek Dikti Tahun Anggaran 2019 dengan judul penelitian Utama Kajian Epidemiologi Molekuler terhadap Anemia Defisiensi Zat Besi dan Fungsi Kognitif pada Anak Usia Sekolah di Daerah Endemik Malaria, terima kasih yang sebesar-besarnya penulis telah diperkenankan menjadi bagian dari penelitian payung ini.
11. Dosen saya di BKU Epidemiologi dan Biostatistik, Ibu Dr Iche Andriyani Liberty, SKM, M.Kes terima kasih atas ilmu yang telah diberikan.
12. Ibu Fitria Khalyla, dari Program Studi S2 IKM yang telah banyak membantu proses administrasi selama pendidikan dan penyusunan tesis ini.
13. Ibu Anisyah SKM, M.Sc selaku Plh Kepala BTKLPP Kelas I Palembang yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menempuh pendidikan pada program Pasca Sarjana Ilmu Kesehatan Masyarakat.
14. Ayah dan Mimih, yang sangat mensupport dan selalu mendo'akan untuk kesuksesanku dalam menempuh pendidikan ini, hanya Allah yang dapat membalas segala kebaikan dan jerih payah Ayah dan Mimih.
15. Suami dan keempat anakku yang sholeh dan sholehah (Hilmi, Tia, Arul, Syifa), terima kasih atas segala pengertiannya, kesabaran, dukungan dan semangatnya kepada ummi dalam menyelesaikan studi.
16. Gita, Ira, rekan-rekan Epidemiologi dan Biostatistik (Maraden, Ari, Dion, Rini, Rora, Ucu, Oca, Vefy) dan IKM angkatan 2018 Program Studi S2 IKM Unsri yang senantiasa memberikan bantuan selama saya menempuh studi.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih belum sempurna, untuk itu penulis mengharapkan masukan dan saran bagi kesempurnaan tesis ini. Penulis berharap kiranya tesis ini dapat memberikan manfaat bagi penulis sendiri maupun bagi pihak lain. Semoga Allah *Subhanahu Wata'ala* senantiasa melimpahkan rahmat dan berkahNya kepada kita semua. *Aamiin Ya Robbal Alamiin.*

Palembang, Desember 2019

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL .....	i
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
ABSTRAK .....	ix
KATA PENGANTAR .....	x
RIWAYAT HIDUP.....	xii
MATRIX PERBAIKAN .....	xiii
DAFTAR ISI.....	xiv
DAFTAR TABEL.....	xvii
DAFTAR GAMBAR .....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xix
DAFTAR SINGKATAN DAN ISTILAH .....	xx

### **BAB I PENDAHULUAN**

1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	5
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.3.1. Tujuan Umum .....	5
1.3.2. Tujuan Khusus .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	6
1.4.1. Teoritis .....	6
1.4.2. Praktis.....	6

### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1. Tingkat Kecerdasan (Inteligensi) .....	7
2.1.1. Definisi Kecerdasan .....	7
2.1.2. Faktor yang Mempengaruhi Tingkat Kecerdasan.....	8
2.1.3. <i>Culture Fair Intelligence Test (CFIT)</i> .....	10
2.2. <i>Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF)</i> .....	11
2.2.1 Anatomi dan Fisiologi Otak.....	11
2.2.2 Struktur BDNF.....	13
2.2.3 Mekanisme Biomolekuler Pembentukan Memori .....	14
2.2.4 Transduksi Sinyal BDNF.....	15
2.3. Status Gizi .....	16
2.4. Aktivitas Fisik .....	22
2.5. Anemia.....	24
2.5.1 Akibat Kekurangan Zat Besi.....	25
2.6. Kerangka Teori .....	26
2.7. Kerangka Konsep.....	27
2.8. Hipotesis .....	27

### **BAB III METODE PENELITIAN**

3.1. Jenis Penelitian.....	28
3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian .....	28
3.2.1. Lokasi Penelitian .....	28
3.2.2. Waktu Penelitian.....	28
3.3. Populasi dan Sampel .....	28
3.4. Perkiraan Besar sampel.....	28
3.5. Teknik Pengambilan Sampel .....	29
3.6. Kriteria Inklusi dan Eksklusi .....	30
3.6.1. Kriteria Inklusi.....	30
3.6.2. Kriteria Eksklusi .....	30
3.7. Teknik Pengumpulan Data.....	30
3.7.1 Cara Pengukuran .....	31
3.8 Variabel Penelitian.....	33
3.8.1. Variabel Terikat .....	33
3.8.2. Variabel Bebas .....	34
3.9. Definisi Operasional .....	35
3.10. Pengolahan Data .....	37
3.11. Analisis Data.....	37
3.11.1 Analisis Deskriptif .....	37
3.11.2. Analisis Analitik .....	38
3.12. <i>Ethical Clearance</i> .....	40
3.13. Persetujuan/ <i>Informed Consent</i> .....	40
3.14. Alur Penelitian .....	41

### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	42
4.2. Hasil Penelitian .....	43
4.2.1. Analisis Univariat.....	43
4.2.1.1. Gambaran Karakteristik Demografi.....	43
4.2.1.2. Gambaran Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar.....	45
4.2.1.3. Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Rerata Kadar <i>Brain Derived Neurotrophic Factor</i> (BDNF) Serum pada Anak Sekolah Dasar .....	45
4.2.1.4. Distribusi Frekuensi Status Gizi pada Anak Sekolah Dasar .....	46
4.2.1.5. Distribusi Frekuensi Aktivitas Fisik pada Anak Sekolah Dasar .....	46
4.2.1.6. Distribusi Frekuensi Anemia pada Anak Sekolah Dasar .....	47
4.2.2. Analisis Bivariat.....	47
4.2.2.1. Hubungan Kadar <i>Brain Derived Neurotrophic Factor</i> (BDNF) Serum dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar Kabupaten Seluma .....	47

4.2.2.2. Hubungan Status Gizi dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar Kabupaten Seluma .....	48
4.2.2.3. Hubungan Aktivitas Fisik dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar Kabupaten Seluma .....	49
4.2.2.4. Hubungan Anemia dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar Kabupaten Seluma.....	49
4.2.3. Analisis Multivariat.....	50
4.2.3.1. Model awal Regresi Logistik .....	51
4.2.3.2. Model akhir Regresi Logistik.....	53
4.3. Pembahasan.....	56
4.3.1. Hubungan antara Kadar <i>Brain Derived Neurotrophic Factor</i> (BDNF) Serum dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar Kabupaten Seluma .....	56
4.3.2. Hubungan antara Status Gizi dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar Kabupaten Seluma .....	58
4.3.3. Hubungan antara Aktivitas Fisik dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar Kabupaten Seluma.....	61
4.3.4. Hubungan antara Anemia dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar Kabupaten Seluma .....	62
4.4. Kekuatan dan Keterbatasan Penelitian.....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1. Kesimpulan .....	66
5.2. Saran.....	66
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	68
<b>LAMPIRAN.....</b>	77

## DAFTAR TABEL

Nomor	Judul	Halaman
	2.1 Klasifikasi IQ .....	11
	2.2 Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak Berdasarkan Indeks TB/U.....	21
	2.3 Batas Ambang Kadar Hemoglobin .....	24
	3.1 Definisi Operasional.....	35
	4.1 Luas Wilayah kabupaten Seluma Berdasarkan Kecamatan Tahun 2017.....	42
	4.2 Distribusi Frekuensi Karakteristik Responden Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019 .....	44
	4.3 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Tingkat Kecerdasan Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019 .....	45
	4.4 Distribusi Frekuensi Responden Berdasarkan Rerata Kadar BDNF Serum Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019.....	46
	4.5 Distribusi Frekuensi Status Gizi pada Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019 .....	46
	4.6 Distribusi Frekuensi Aktivitas Fisik pada Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019 .....	47
	4.7 Distribusi Frekuensi Anemia pada Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019 .....	47
	4.8 Hubungan Kadar BDNF Serum dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019.....	48
	4.9 Hubungan Status Gizi dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019 .....	48
	4.10 Hubungan Aktivitas Fisik dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019 .....	49
	4.11 Hubungan Anemia dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019 .....	50
	4.12 Hasil Seleksi Bivariat Regresi Logistik antara Variabel Bebas dengan Variabel Terikat (Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Kabupaten Seluma Tahun 2019).....	51
	4.13 Model Awal Regresi Logistik .....	51
	4.14 Model Kedua Regresi Logistik .....	52
	4.15 Perubahan Exp (B) Model Kedua Regresi Logistik.....	52
	4.16 Model Ketiga Regresi Logistik .....	52
	4.17 Perubahan Exp (B) Model Ketiga Regresi Logistik .....	52
	4.18 Model Keempat Regresi Logistik .....	53
	4.19 Perubahan Exp (B) Model Keempat Regresi Logistik .....	53
	4.20 Model Akhir Regresi Logistik .....	53
	4.21 <i>Clasification Table</i> .....	55

## **DAFTAR GAMBAR**

<b>Nomor</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
	2.1 Bagian-bagian Otak.....	12
	2.1 <i>Brain Derived Neurotrophic Factor (BDNF)</i> .....	14
	2.3 <i>Short and Long term memory</i> .....	15
	2.4 Grafik TB/U untuk Anak Laki-laki.....	21
	2.5 Grafik TB/U untuk Anak Perempuan .....	22
	2.6 Kerangka Teori.....	26
	2.7 Kerangka Konsep .....	27
	3.1 Teknik Pengambilan Sampel .....	30
	3.2 Alur Penelitian .....	41

## **DAFTAR LAMPIRAN**

<b>Nomor</b>	<b>Judul</b>	<b>Halaman</b>
1.	Lembar <i>Informed Consent</i> .....	77
2.	Kuesioner Penelitian .....	79
3.	Kuesioner Aktivitas Fisik.....	81
4.	Keterangan Lolos Kaji Etik.....	84
5.	Surat Izin Penelitian .....	85
6.	Hasil Analisis Program Komputer .....	87
7.	Dokumentasi .....	105
8.	<i>Letter of Acceptance</i> .....	108

EPIDEMIOLOGI DAN BIOSTATISTIK  
PROGRAM STUDI MAGISTER (S2) ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
Karya tulis ilmiah berupa Tesis,  
20 Desember 2019

Ena Juhaina

Hubungan antara Kadar *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) dengan Tingkat Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Daerah Endemik Malaria Kabupaten Seluma Tahun 2019

xxii + 76 halaman, 9 gambar, 25 tabel, 8 lampiran

## ABSTRAK

BDNF merupakan kelompok neurotrofin yang berkontribusi besar dalam proses pembelajaran dan memori. BDNF erat kaitannya dengan fungsi kognitif, termasuk pembentukan memori, proses pembelajaran dan *behavior*. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hubungan antara kadar *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) dengan tingkat kecerdasan pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma. Metode : Penelitian ini merupakan penelitian obsevational analitik dengan rancangan studi cross-sectional, sampelnya berjumlah 75 anak yang berusia 9-12 tahun, dilaksanakan pada bulan April 2019. Dilakukan pengambilan darah vena untuk pengukuran kadar BDNF dengan metode *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA). Pengukuran tingkat kecerdasan dilakukan dengan test *Culture Fair Intelligence Test* (CFIT). Aktivitas fisik dinilai dengan *Physical Activity Questionnaire for Older Children* (PAQ-C). Data karakteristik sampel diperoleh melalui wawancara kuesioner. Selanjutnya data dianalisis menggunakan uji *Chi square* dan regresi logistik.

Hasil pengukuran BDNF didapatkan 31 orang anak (41,3%) mempunyai kadar BDNF di bawah rata-rata ( $<3411,205 \text{ ng/mL}$ ). Hasil pengukuran tingkat kecerdasan didapatkan bahwa 59 anak (78,7%) mempunyai tingkat kecerdasan di bawah rata-rata. Uji Statistik didapatkan bahwa kadar BDNF ( $p= 0,019$ ), status gizi ( $p= 0,037$ ), aktivitas fisik ( $p= 0,031$ ) memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat kecerdasan. Berdasarkan model peluang didapatkan bahwa anak Sekolah Dasar yang memiliki kadar BDNF di bawah rata-rata mempunyai probabilitas tingkat kecerdasan di bawah rata-rata sebesar 42 %.

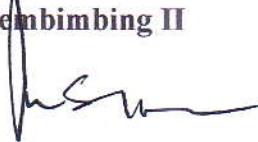
Kesimpulan : Anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria yang mempunyai kadar BDNF di bawah rata-rata 5,3 kali berisiko mempunyai tingkat kecerdasan di bawah rata-rata dibandingkan anak dengan kadar BDNF sama dengan atau di atas rata-rata setelah dikontrol dengan variabel status gizi dan aktivitas fisik.

Kata kunci : BDNF; daerah endemik malaria; kecerdasan; Sekolah Dasar  
Kepustakaan : 100 (1989-2018)

Pembimbing I

Pembimbing II

  
Dr. Rostika Flora, S.Kep., M.Kes  
NIP. 197109271994032004

  
Dr. Rico J.Sitorus, SKM., M.Kes (Epid)  
NIP. 198101212003121002

Koordinator Program Studi  
S2 Ilmu Kesehatan Masyarakat

  
Dr. Rostika Flora, S.Kep., M.Kes  
NIP. 197109271994032004

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Masalah kesehatan dan pendidikan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam membentuk Sumber Daya Manusia (SDM) yang berkualitas. Pada tahun 2016 UNDP (*United Nations Development Programme*) menyatakan bahwa dari 188 negara di dunia, Indonesia menduduki peringkat ke-113 dalam hal Indeks Pembangunan Manusia (IPM). Peringkat ini turun bila dibandingkan pada tahun sebelumnya yaitu peringkat ke-110. UNDP merilis penyebabnya adalah tingkat kemiskinan dan kelaparan, tingkat kesehatan dan kematian serta akses ke layanan dasar. UNDP melihat bahwa hampir 5 juta anak tidak bersekolah (CNN Indonesia, 2017). Menurut BPS, IPM Indonesia pada tahun 2017 mencapai 70,81 meningkat 0,63 poin atau tumbuh sebesar 0,9% dibanding tahun 2016, namun IPM di Propinsi Bengkulu mencapai 69,95 masih di bawah angka nasional (BPS, 2018). Peningkatan IPM harus diiringi dengan peningkatan kualitas SDM agar tidak menjadi beban di masa yang akan datang.

Salah satu tolok ukur kualitas SDM adalah tingkat kecerdasan atau *intelligence* yang dibentuk sejak dini. Kecerdasan atau *intelligence* (inteligensi) adalah kemampuan menghadapi dan menyesuaikan diri terhadap situasi baru secara cepat dan efektif, menggunakan konsep abstrak secara efektif, memahami pertalian-pertalian dan belajar dengan cepat sekali (Chaplin, 2014).

Inteligensi adalah seseorang yang memiliki kemampuan untuk mendapatkan berbagai pengetahuan dalam konteks pembelajaran dan pemahaman kemudian mengaplikasikannya dalam konteks pemecahan masalah dan cara berfikir abstrak. Tingginya inteligensi dapat diukur melalui test inteligensi (test IQ). *Intelligence Quotient* (IQ) merupakan tes inteligensi yang hasilnya berupa skor angka. Korteks otak adalah bagian otak yang mengatur kecerdasan. Kemampuan yang dimiliki oleh korteks otak adalah berhitung, beranalogi, berimajinasi dan kemampuan untuk berkreasi serta berinovasi. Banyak faktor yang mempengaruhi tingkat kecerdasan, diantaranya adalah genetik, gizi dan lingkungan (Boeree, 2003).

Inteligensi merupakan bagian dari unsur kognitif. Kemampuan kognitif sangat dipengaruhi oleh maturasi struktur histologis dan kinerja fungsional sistem neuron di otak. Kualitas perkembangan sistem neuron yang terjadi pada masa anak-anak akan mempengaruhi kualitas kemampuan kognitif pada fase dewasa (McMorris *et al*, 2009).

Perkembangan neuron terjadi melalui neurogenesis, yaitu sebagai proses menghasilkan neuron secara fungsional melalui suatu preursors, yang secara tradisional dilihat terjadi hanya selama tahap embrionik dan perinatal pada mamalia (Ming and Song, 2011). Proses neurogenesis sangat bergantung pada kelompok protein yang memacu pertumbuhan, perkembangan, plastisitas dan daya tahan neuron, kelompok protein ini dinamakan neurotrofin. Salah satu neurotrofin tersebut adalah *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) (Binder and Scharfman, 2008). BDNF merupakan faktor pertumbuhan paling lazim di sistem saraf pusat (SSP) yang penting untuk perkembangan SSP dan plastisitas neuron (Autry and Monteggia, 2012).

BDNF berkontribusi besar dalam proses pembelajaran dan memori (Tyler *et al.*, 2002; Yamada *et al*, 2002; Binder and Scharfman, 2008; Rattiner *et al*, 2005; Cunha *et al*, 2010). Oleh karena itu BDNF sangat erat kaitannya dengan fungsi kognitif, termasuk pembentukan memori, proses pembelajaran dan behavior (Zoladz and Pilc, 2010).

Penelitian yang dilakukan oleh Rita *et al* (2015) menyatakan bahwa ada hubungan yang signifikan antara kadar BDNF dengan perkembangan motorik anak usia di bawah 2 tahun. Penelitian yang dilakukan oleh Yeom *et al* (2016) menyatakan bahwa ada hubungan BDNF dengan kecerdasan pada anak sekolah dasar usia 5-7 tahun.

Defisiensi zat besi dapat menyebabkan defisit BDNF di daerah tertentu dari otak (Estrada *et al*, 2014). BDNF memiliki peran penting dalam fungsi otak khususnya memori dan pembelajaran dan dilaporkan rendah pada anemia defisiensi zat besi dalam penelitian pada hewan (Nassar *et al*, 2014).

Anemia defisiensi zat besi (ADB) rentan terjadi pada kelompok umur anak-anak. Pada kelompok usia ini zat besi diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan termasuk perkembangan kognitif. ADB dapat menurunkan

prestasi belajar sehingga berpengaruh terhadap pembentukan kualitas sumber daya manusia pada masa produktif (Depkes RI, 2001; Wijaya, 2004).

Menurut WHO anemia mempengaruhi sekitar 800 juta anak-anak dan perempuan. Defisiensi besi adalah defisiensi mikronutrien paling luas di dunia yang sering mengakibatkan defisiensi besi kronis atau anemia defisiensi besi (didefinisikan oleh WHO sebagai kadar hemoglobin < 11g / dl) (WHO, 2015). Secara global konsentrasi hemoglobin yang rendah (anemia) mempengaruhi 43% anak-anak usia 5 tahun dan 38% wanita hamil (Stevens *et al.*, 2013). Prevalensi anemia pada anak usia sekolah menunjukkan angka yang cukup tinggi secara global yaitu 37%, sedangkan di Thailand 13,4% dan di India 85,5% (Arisman, 2010; Khomsan, 2012). Prevalensi anemia di kalangan anak-anak di Asia mencapai 58,4%, angka ini lebih tinggi dari rata-rata di Afrika (49,8%). Hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2013 di Indonesia proporsi anemia pada anak usia sekolah (5-14 tahun) didapatkan sebesar 26,4% (Kemenkes, 2013).

Anemia yang terjadi pada anak usia sekolah didominasi dengan anemia defisiensi zat besi. Defisiensi zat besi akan mempengaruhi kinerja kognitif, perilaku, dan pertumbuhan fisik bayi, anak-anak prasekolah dan usia sekolah; status kekebalan dan morbiditas dari infeksi pada semua kelompok umur; dan penggunaan sumber energi oleh otot dan dengan demikian kapasitas fisik dan kinerja kerja remaja dan orang dewasa dari semua kelompok umur (WHO, 2001).

Faktor risiko terjadinya anemia dipengaruhi pola konsumsi makanan khususnya zat besi. Anemia gizi besi menyebabkan transport oksigen menjadi berkurang, dan mengakibatkan produksi energi menjadi rendah sehingga anak menjadi mudah lelah, letih, lemah, lesu, lalai, cepat capai, kurang konsentrasi. Selanjutnya berdampak terhadap menurunnya prestasi belajar, produktifitas kerja termasuk olah raga serta menurunkan daya tahan tubuh terhadap penyakit infeksi. Berbagai kajian ilmiah menunjukkan bahwa kekurangan zat gizi besi berkaitan dengan gangguan pertumbuhan serta sel-sel otak (Ina, 2008 dalam Prihatin dan Irawati, 2011).

Selain pola konsumsi makanan, ADB juga dapat disebabkan oleh penyakit infeksi seperti malaria dan kecacingan. Penyakit Malaria saat ini merupakan salah satu penyakit yang paling meluas dan mematikan secara geografis dan

bertanggung jawab atas kematian dari sekitar 600.000 orang per tahun (World Health Organization, 2013b). Namun demikian kekurangan zat besi sepertinya menawarkan beberapa perlindungan terhadap malaria, suplementasi zat besi dapat meningkatkan kerentanan populasi yang rentan terhadap infeksi. Hal ini mengakibatkan penggunaan suplementasi besi skala populasi di daerah endemik malaria saat ini menjadi sangat kontroversial. Di sebagian besar wilayah tropis di dunia Anemia defisiensi besi dan malaria hidup berdampingan. Malaria memberikan kontribusi terhadap anemia defisiensi zat besi dengan menyebabkan hemolisis intravaskular dengan hilangnya besi hemoglobin berikutnya dalam urin (Miller, 2013).

Infeksi malaria tidak hanya menyebabkan tingginya angka kesakitan tetapi berdampak juga terhadap fungsi kognitif. Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Brazil yang merupakan daerah endemik malaria menunjukkan bahwa terdapat 84% anak mengalami perkembangan kognitif yang rendah (Vitor-Silva *et al.*, 2009). Menurut Brasil *et al.* (2017) infeksi malaria berhubungan dengan rendahnya kemampuan kognitif pada anak-anak di daerah endemik malaria *vivax*.

Di Indonesia penyakit malaria masih menjadi masalah besar bagi kesehatan masyarakat, distribusi data untuk angka API (*Annual Parasite Incidence*) malaria tertinggi di Sumatera berada di Propinsi Bengkulu (2,03), sehingga menjadi prioritas untuk pemberantasan kasus malaria (Kemenkes RI, 2017). Di Propinsi Bengkulu persentase kabupaten/kota yang telah mencapai eliminasi malaria sebesar 30% (3 kabupaten dari 10 kabupaten) sisanya masih dalam status endemis malaria dengan kriteria rendah-sedang. Kabupaten Seluma merupakan salah satu kabupaten di propinsi Bengkulu yang menduduki peringkat keempat endemis malaria dan belum menyandang status eliminasi malaria (Dinas Kesehatan Provinsi Bengkulu, 2018). Selain itu Kabupaten Seluma juga merupakan satu-satunya Kabupaten yang termasuk Kabupaten tertinggal berdasarkan Perpres No.131 tahun 2015 (Perpres, 2015).

Kasus malaria positif (konfirmasi) di Kabupaten Seluma pada tahun 2017 sebanyak 100 kasus dengan sebaran kasus sebanyak 135 kasus, sedangkan angka kejadian malaria berdasarkan API di Kabupaten Seluma pada tahun 2017 sebesar 0,71 (Dinas Kesehatan Provinsi Bengkulu, 2018). Oladeinde *et al.* (2012)

menyatakan bahwa 81,9% anak-anak terinfeksi parosit malaria dengan prevalensi anemia pada anak-anak sebesar 47,3%. Malaria merupakan faktor risiko untuk berkembangnya anemia pada anak-anak. Berdasarkan informasi dari Dinas Kesehatan Kabupaten Seluma bahwa di Kabupaten Seluma belum pernah dilakukan kajian mengenai anemia dan tingkat kecerdasan sehingga belum diketahui angka kejadian anemia dan skor rata-rata tingkat kecerdasan pada anak sekolah di Kabupaten Seluma.

Penelitian tentang anemia dan tingkat kecerdasan sudah banyak dilakukan, akan tetapi penelitian epidemiologi molekuler tentang hubungan antara kadar BDNF dengan tingkat kecerdasan masih sangat terbatas. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis hubungan antara kadar BDNF dengan tingkat kecerdasan pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria di Kabupaten Seluma.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah apakah terdapat hubungan antara kadar *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) dengan tingkat kecerdasan pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria kabupaten Seluma tahun 2019?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk menganalisis hubungan antara kadar *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) dengan tingkat kecerdasan pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma tahun 2019.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Mengetahui karakteristik (umur, jenis kelamin, pendidikan orang tua, pekerjaan orang tua, riwayat malaria) anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma
2. Mengukur tingkat kecerdasan pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma
3. Mengukur kadar BDNF pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma

4. Mengetahui prevalensi status gizi pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma
5. Mengetahui tingkat aktivitas fisik pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma
6. Mengetahui prevalensi anemia pada anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma
7. Menganalisis hubungan antara kadar BDNF dengan tingkat kecerdasan dengan mempertimbangkan variabel kovariat yang berpotensi sebagai konfounding (aktifitas fisik, status gizi dan anemia) anak Sekolah Dasar di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Teoritis**

Manfaat penelitian ini dapat menjadi masukan dari segi metode penelitian dengan desain studi *cross-sectional* yang dapat digunakan untuk melihat kekuatan hubungan antara kadar *Brain Derived Neurotrophic Factor* (BDNF) dengan tingkat kecerdasan di daerah endemik malaria.

### **1.4.2 Praktis**

1. Penelitian ini bermanfaat bagi peneliti untuk mengetahui tingkat kecerdasan anak di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma
2. Bagi Pemerintah, hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan di bidang Pengendalian Penyakit Menular (P2M) dalam menurunkan angka kejadian anemia di daerah endemik malaria Kabupaten Seluma
3. Sebagai rujukan data bagi penelitian selanjutnya dalam mengatasi permasalahan yang serupa atau pun penelitian lain di bidang ilmu kesehatan masyarakat

## DAFTAR PUSTAKA

- Abunain, D. 1990, *Aplikasi Antropometri sebagai Alat Ukur status Gizi*. Puslitbang Gizi Bogor, Bogor.
- Almatsier. 2001, *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Ansar, Taslim, N. A. dan Jafar, N. 2012, "Faktor-Faktor Yang Berkaitan Dengan Kejadian Anemia Di Daerah Endemik Malaria Kabupaten Mamuju, Propinsi Sulawesi Barat, Indonesia", *JST Kesehatan*, 2(1), pp. 18–26.
- Arisman. 2010, *Gizi dalam daur Kehidupan*. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Autry, A. E. and Monteggia, L. M. 2012, 'Brain-derived neurotrophic factor and neuropsychiatric disorders', *Pharmacological Reviews*, 64(2), pp. 238–258. doi: 10.1124/pr.111.005108.
- Azwar, S. 1996, *Pengantar Psikologi Intelelegensi*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Azwar, S. 2002, *Psikologi Intelelegensi*. Pustaka Pelajar, Yogyakarta.
- Balarajan, Y., Ramakrishnan, Usha. Özaltin, Emre. Shankar, Anuraj H. Subramanian, S. V. 2011, 'Anaemia in low-income and middle-income countries', *The Lancet*, 378(9809), pp. 2123–2135. doi: 10.1016/S0140-6736(10)62304-5.
- Bappenas dan Unicef. 2017, *Laporan Baseline SDG tentang Anak-anak di Indonesia*. Jakarta. Dari: [https://www.unicef.org/indonesia/media/1471/file/SDG\\_Baseline\\_report\\_Indonesian.pdf](https://www.unicef.org/indonesia/media/1471/file/SDG_Baseline_report_Indonesian.pdf).
- Berkman, DS., Lescano, A.G., Gilman, R.H., Lopez, S.L., Black, M.M., 2002, 'Effects of stunting, diarrhoeal disease, and parasitic infection during infancy on cognition in late childhood: a follow-up study'. USA: *Lancet*, pp. 564–71. doi: 10.1016/S0140-6736(02)07744-9.
- Binder, D. and Scharfman, H. E. 2008, 'Brain Derived Neurotrophic Factor', *Growth Factors*, 22(3), pp. 123–131. Dari: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2504526/>.
- Boeree, G. C. 2003, *Intelligence and IQ*, Shippensburg University in website. Dari: <http://webspace.ship.edu/cgboer/intelligence.html> (Diakses : 4 February 2019).
- BPS. 2018, 'Indeks Pembangunan Manusia menurut Propinsi tahun 2010-2017'. Dari: [www.bps.go.id](http://www.bps.go.id) (Diakses : 4 February 2019).

- Brasil, L. M. B. F., José L. F. Vieira, Eliete C. Araújo, Pedro P. F. Piani1, Rosa M. Dias, Ana M. R. S. Ventura, Bianca C. Cabral1, Renée C. R. Santa Brígida and Marcieni A. de Andrade. 2017, ‘Cognitive performance of children living in endemic areas for *Plasmodium vivax*’, *Malaria Journal*. BioMed Central, 16(1), pp. 1–6. doi: 10.1186/s12936-017-2026-2.
- Chaplin, J. 2014, *Kamus Lengkap Psikologi*. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- CNN Indonesia. 2017, ‘Rangking Indeks pambangunan Manusia Turun ke-113’, 22 March. Dari: <http://m.cnn.indonesia.com> (Diakses : 4 February 2019).
- Cunha, C., Brambilla, R. and Thomas, K. L. 2010, ‘A simple role for BDNF in learning and memory?’, *Frontiers in Molecular Neuroscience*, 3(February), pp. 1–14. doi: 10.3389/neuro.02.001.2010.
- Dahlan, M. S. 2013, *Statistik untuk Kedokteran dan Kesehatan*. Cetakan Ketiga. Salemba Medika, Jakarta.
- DeMaeyer. 2002, *Pencegahan dan Pengawasan Anemia Defisiensi Besi*. Widya Medika, Jakarta.
- Depkes RI. 2001, *Program Penanggulangan Anemia Gizi pada Wanita Usia Subur (WUS)*. Direktorat Gizi Masyarakat Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat, Jakarta.
- Depkes RI. 2004, *Analisis situasi Gizi dan Kesehatan Masyarakat*. Direktorat Jenderal Bina Kesehatan Masyarakat Direktorat Gizi Masyarakat, Jakarta.
- Dinas Kesehatan Provinsi Bengkulu. 2018, *Profil Kesehatan Bengkulu Tahun 2017*. Dinas Kesehatan Provinsi Bengkulu, Bengkulu. Dari: <https://dinkes.bengkuluprov.go.id/buku-profil-kesehatan/>.
- Dinkes Seluma. 2017, *Profil Kesehatan Kabupaten Seluma Tahun 2016*. Dinas Kesehatan Kabupaten Seluma, Seluma.
- Djamarah dan Bahri, S. 2011, *Psikologi Belajar*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Elabscience. 2019, *User Manual for Elisa Kit*. Elabscience, Singapore.
- Estrada, J.A., Contreas, I., Pliego-Rivero, F.B., Otero, G.A. 2014, ‘Molecular mechanisms of cognitive impairment in iron deficiency: Alterations in brain-derived neurotrophic factor and insulin-like growth factor expression and function in the central nervous system’, *Nutr Neurosci*, 17(5), pp. 195–206. doi: 10.1179/1476830513y.0000000084
- Fediani, Y., Dewi, M. R., Irfannuddin, M., Saleh, M. I., Dhaini, S. 2014, ‘The effect of regular aerobic exercise on urinary brain-derived neurotrophic factor in children’, *Paediatrica Indonesiana*, 54(6), p. 351. doi:

- 10.14238/pi54.6.2014.351-7.
- Ferris, LT., William, J.S., and Shen, CL. 2007, *The effect of acute exercise on serum brain-derived neurotrophic factor levels and cognitive function*, *Med Sci Sports Exerc.* doi: 10.1249/mss.0b013e31802f04c7.
- Gregory, R. J. 2010, *Tes Psikologi Sejarah, Prinsip dan Aplikasi*. Erlangga, Jakarta
- Griffin, É. W., Mullally, S., Foley, C., Warmington, S. 2011, ‘Aerobic exercise improves hippocampal function and increases BDNF in the serum of young adult males’, *Physiology and Behavior*, 104(5), pp. 934–941. doi: 10.1016/j.physbeh.2011.06.005.
- Halloway, S. Wilbur, J., Schoeny, M.E., Barnes, L.L. 2017, ‘The Relation Between Physical Activity and Cognitive Change in Older Latinos’. USA: *Biol Res Nurs*, pp. 538–548. doi: 10.1177/1099800417715115.
- Hillman, C. H., Erickson, K. I. and Kramer, A. F. 2008, ‘Be smart, exercise your heart: Exercise effects on brain and cognition’, *Nature Reviews Neuroscience*, 9(1), pp. 58–65. doi: 10.1038/nrn2298.
- Jelliffe, D. B. and Jelliffe, E. F. 1989, *Community Nutritional Assessment*. Oxford University Press, New York.
- Kandel, E. R. 2004, ‘The molecular biology of memory storage: A dialog between genes and synapses’, *Bioscience Reports*, 24(4–5), pp. 477–522. doi: 10.1007/s10540-005-2742-7.
- Kelsey, Jennifer, L., Whittemore, Alice S., Evans, Alfred, S., Thompson, W. D. 1996, *Methods in Observational Epidemiology*. Second Edition. Oxford University Press, New York.
- Kemenkes. 2013, ‘Riset Kesehatan Dasar (National Health Survey) Tahun 2013’, *Ministry of Health Republic of Indonesia*, (1), pp. 1–303. doi: 10.1007/s13398-014-0173-7.2.
- Kemenkes RI. 2011, *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor : 1995/Menkes/SK/XII/2010 tentang Standar Antropometri Penilaian Status Gizi Anak*. Jakarta: Direktorat Jenderal Bina Gizi dan Kesehatan Ibu dan Anak Direktorat Bina Gizi.
- Kemenkes RI. 2017, *Data and Information Indonesian Health Profile 2016, Infodatin Malaria*. Jakarta. Dari: <http://www.depkes.go.id/resources/download/pusdatin/lain-lain/>.

- Khomsan. 2012, *Ekologi Masalah Gizi, Pangan dan Kemiskinan*. Alfabeta, Bandung. Dari: [https://www.researchgate.net/publication/304467989\\_Kejadian\\_Anemia\\_pada\\_Siswa\\_Sekolah\\_Dasar](https://www.researchgate.net/publication/304467989_Kejadian_Anemia_pada_Siswa_Sekolah_Dasar).
- Kowalski, Kent., C., Crocker, P. R. E. and Donen, H. 2004, *Paq-C & Paq-a*. College of Kinesiology, Canada. From: [papers://305a9bed-f721-4261-8df7-5414758c1624/Paper/p910](https://papers.ssrn.com/sol3/papers/fetch/305a9bed-f721-4261-8df7-5414758c1624/Paper/p910.pdf).
- Lapau, B. 2015, *Metode Penelitian Kesehatan*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia, Jakarta.
- Lemeshow, S. Hosmer Jr. D.W., Klar, Janelle, Lwanga, S.K. 1997, *Adequacy of Sample Size in Health Studies*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Madan, N., Sikka, M., Rusia, U., Sharma, S. 2011, ‘Developmental and neurophysiologic deficits in iron deficiency in children.: “Start Your Research”. *The Indian Journal of Pediatrics*, pp. 58–64. doi: 10.1007/512098-010-0192-0.
- Mahan, L. K. and Arlin, M. T. 1998, *Krause’s Food : Nutrition and Diet Therapy*. 8th ed. WB Saunders Company, Philadelphia.
- Manning, L. Laman, M., Rosanas-Urgell, A., Michon, P., Aipit, S., Bona, C., ... Davis, T. M. E. 2012, ‘Severe Anemia in Papua New Guinean Children from a Malaria-Endemic Area: A Case-Control Etiologic Study’, *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 6(12). doi: 10.1371/journal.pntd.0001972.
- McDermid, J. M. and Prentice, A. M. 2006, ‘Iron and infection: effects of host iron status and the iron-regulatory genes haptoglobin and NRAMP1 (SLC11A1) on host-pathogen interactions in tuberculosis and HIV’, *Clinical Science*, 110(5), pp. 503–524. doi: 10.1042/CS20050273.
- McWilliams, M. 1993, *Nutrition for the Growing Years*. Plycon Press, Inc, California.
- Mendez, M. A. and Adair, L. S. 1999, ‘Severity and Timing of Stunting in the First Two Years of Life Affect Performance on Cognitive Tests in Late Childhood’, *The Journal of Nutrition*, 129(8), pp. 1555–1562. doi: 10.1093/jn/129.8.1555.
- Miller, J. L. 2013, ‘Iron deficiency anemia: A common and curable disease’, *Cold Spring Harbor Perspectives in Medicine*, 3(7), pp. 1–13. doi: 10.1101/cshperspect.a011866.
- Ming, G. Li and Song, H. 2011, ‘Adult Neurogenesis in the Mammalian Brain: Significant Answers and Significant Questions’, *Neuron*. Elsevier Inc., 70(4), pp. 687–702. doi: 10.1016/j.neuron.2011.05.001.

- Moehyi, S. 1992, *Ilmu Gizi*. Cet. 2. Bharata Karya Aksara, Jakarta.
- McMorris, T., Tomporowski, P., Audiffren, M. 2009, *Exercise and cognitive function*. 1st edn. Edited by P. T. and M. A. Terry Mc Morris. USA: Jhon Wiley & Sons, Ltd.
- Munoz, Pablo; Humeras, A. 2012, ‘Iron Deficiency on Neuronal Function’, *Biometals*, 25(4), pp. 825–35. doi: 10.1007/s10534-012-9550-x.
- Nassar, M. F., Younis, N. T., Nassar, J. F., El.-Arab, S. E., Mohammad. B. M. 2014, ‘Brain derived neurotrophic growth factor and cognitive function in children with iron deficiency anemia.’, *British Journal of Medicine and Medical Research*; 2014, 4(18), pp. 3561–3570.
- Nurmaliza dan Herlina, S. 2018, ‘Hubungan Pengetahuan dan Pendidikan Ibu terhadap Status Gizi Balita’, *KESMARS: Jurnal Kesehatan Masyarakat, Manajemen dan Administrasi Rumah Sakit*, 1(1), pp. 44–48. doi: 10.31539/kesmars.v1i1.171.
- Oladeinde, B.H., Omorogie R, Olley M, Anunibe JA, Onifade AA, and Oladeinde OB. (2012) ‘Malaria and Anemia among Children in a Low Resource Setting In Nigeria.’, *Iranian journal of parasitology*, 7(3), pp. 31–7. Dari : <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3469169/>&tool=pmcentrez&rendertype=abstract.
- Parkhurst, C. N. Yang, Guang, Ninan, Ipe, Savas, J.N., Yates III, J.R., Lafaille, J.J., Hempstead, B.L., Littman, D.R., Gan, W.B. 2013, ‘Microglia promote learning-dependent synapse formation through brain-derived neurotrophic factor’, *Cell*. Elsevier Inc., 155(7), pp. 1596–1609. doi: 10.1016/j.cell.2013.11.030.
- Permaesih, Dewi ; Herman, S. 2005, ‘Faktor-faktor yang Mempengaruhi Anemia pada Remaja’, *Buletin Penelitian Kesehatan*, 33(4), pp. 162–171. Dari: <http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/BPK/article/view/219>.
- Perpres. 2015, *Peraturan Presiden (Perpres) No. 131 Tahun 2015 tentang Penetapan Daerah Tertinggal Tahun 2015-2019*. Dari: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/41885/perpres-no-131-tahun-2015> (Diakses : 10 February 2019).
- Praag, Van., H. 2009, ‘Exercise and the brain : Something to chew on’, *Trends Neurosci PMC*, 32(5), pp. 283–290. doi: 10.1016/j.tins.2008.12.007.Exercise.
- Prihatin, A. dan Irawati, A. 2011, ‘Hubungan antara Anemia Gizi Besi terhadap Prestasi Belajar Anak Sekolah di Daerah Endemik GAKI’, *MGMI*, 1(1), pp. 1–8. Dari:

- [http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/mgmi/article/view/7775.](http://ejournal.litbang.depkes.go.id/index.php/mgmi/article/view/7775)
- Puspaningtyas, Desty Ervira; Sudargo, Toto., Syamsiatun, N. H. 2012, ‘The relationship between anemia status, feeding practices, health care practices, and cognitive stimulation to cognitive function of elementary school children’, *Gizi Indonesia*, 35(2), pp. 109–119.
- Ramli, Agho, K.E., Inder, K.J., Bowe, S.J., Jacobs, J., Dibley, M.J. 2009, ‘Prevalence and risk factors for stunting and severe stunting among under-fives in North Maluku province of Indonesia’, *BMC Pediatrics*, 9, p. 64. doi: 10.1186/1471-2431-9-64.
- Rattiner, L. M., Davis, M., Ressler, K. J. 2005, ‘Brain Derived Neurotrophic Factor in amygdala dependent learning’, *Neuroscientist*, 11(4), pp. 323–33.
- Rohmah, U. 2011, ‘Tes intelegensi dan pemanfaatannya dalam dunia pendidikan’, *Cendekia: Journal of Education and Society*, 9, pp. 125–139. doi: <https://doi.org/10.21154/cendekia.v9i1.869>.
- Rita, As'ad, S., Hadju, V., Tammasse, J. 2015, ‘The Correlation between Brain Derived Neurotrophic Factor ( BDNF ) Level and Motor Development of Children Aged Under 2 Years in Timor Tengah Selatan Nusa Tenggara Timur’, *IJSBAR*, 23(1), pp. 164–172. Dari : <http://gssrr.org/index.php?journal=journalOfBasicAndApplied>.
- Sakata, K., Martinowichc, K., Wooa, N. H., Schloesserd, R. J., Jimenezd, D.V., Jih, Y., Sheni, L., Lua, B. 2013, ‘Role of activity-dependent BDNF expression in hippocampal-prefrontal cortical regulation of behavioral perseverance’, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 110(37), pp. 15103–15108. doi: 10.1073/pnas.1222872110.
- Santrock, John, W. 2011, *Psikologi Pendidikan*. Penerbit Salemba Humanika, Jakarta.
- Sari, P. N. 2010, ‘Hubungan Status Gizi dengan Tingkat Kecerdasan Intelektual (Intelligence Quotient-IQ) pada Anak Usia Sekolah Dasar ditinjau dari Status Sosial-Ekonomi Orang Tua dan Tingkat Pendidikan Ibu’, *Uns*.
- Sediaoetama, A. D. 2006, *Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I*. Dian Rakyat, Jakarta:
- Sibley, B. A. and Etnier, J. 2003, ‘Review article’, *International Journal of the Sociology of Language*, 143(1). doi: 10.1515/ijsl.2000.143.183.
- Sirajuddin, S. dan Masni, M. 2015, ‘Kejadian Anemia pada Siswa Sekolah Dasar’, *Kesmas: National Public Health Journal*, 9(3), p. 264. doi: 10.21109/kesmas.v9i3.574.

- Siswamaster.com (2017) *Bagian-bagian Otak.* Available at: <https://3.bp.blogspot.com/nbHK290u4ew/WcS1Hagluw1/AAAAAAAABKk/Penjelasan+Bagian-Bagian+Otak> (Accessed: 20 February 2019).
- Slameto. 2003, *Belajar dan Faktor-faktor yang mempengaruhinya.* IV. PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Soekirman. 2000, *Ilmu Gizi dan Aplikasinya : untuk Keluarga dan Masyarakat.* Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan Nasional, Jakarta.
- Stevens, G. A. , Finucane, M. M., De-Regil, L.M., Paciorek, C. J., Flaxman, S. R., Branca, F., Peña-Rosas, J.P., Bhutta, Z. Q. A., Ezzati, M. 2013, ‘Global, regional, and national trends in haemoglobin concentration and prevalence of total and severe anaemia in children and pregnant and non-pregnant women for 1995-2011: A systematic analysis of population-representative data’, *The Lancet Global Health*, 1(1), pp. 16–25. doi: 10.1016/S2214-109X(13)70001-9.
- Subekti, S., Yulia, C. 2012, “Pengetahuan Gizi Dan Pola Asuh Ibu Anak Balita Gizi Kurang Di Kelurahan Pasteur Kecamatan Sukajadi Bandung,” *Invotec*, vol. VIII, No.1.
- Sudargo, T., Huriyati, E., Safitri, L., Irwanti, W., Nugraheni, S. A. 2012, ‘Hubungan Antara Status Gizi, Anemia, Status Infeksi, dan Asupan Zat Gizi dengan Fungsi Kognitif pada Anak Sekolah Dasar di Daerah Endemik Gaki’, *Gizi Indonesia*, 35(2), pp. 126–136. Dari: [https://ejournal.persagi.org/index.php/Gizi\\_Indon/article/view/129](https://ejournal.persagi.org/index.php/Gizi_Indon/article/view/129).
- Suryabrata dan Sumadi. 2006, *Psikologi Pendidikan.* Cetakan I. PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Syah, M. 2010, *Psikologi Belajar.* PT Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Syam, Y. 2017, ‘Hubungan Aktivitas Fisik dengan Kejadian Obesitas pada Anak Usia Sekolah di SD Negeri Mangkura I Makassar’, *Unhas.* Makassar: Unhas. doi: 10.1192/bjp.112.483.211-a.
- Tofani, Y.S. 2013, 'Status Yodium, Status Gizi dan Kecerdasan pada Anak Sekolah Dasar di Wilayah Pantai Kabupaten Karawang', *IPB*, Bogor.
- Tyler, W. J., Alonso, M., Bramham, C.R., Pozzo-Miller, L.D. 2002, ‘From acquisition to consolidation: On the role of brain-derived neurotrophic factor signaling in hippocampal-dependent learning’, *Learning and Memory*, 9(5), pp. 224–237. doi: 10.1101/lm.51202.

- Undang-undang RI. 2012, ‘Undang-undang RI Nomor 18 Tahun 2012 tentang Pangan’. *Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia*, Jakarta. pp. 1–25. Dari: <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/39100> (Diakses: 30 Oktober 2019).
- Unicef Indonesia. 2018, *Mengatasi Beban Ganda Malnutrisi di Indonesia*. Dari: <https://www.unicef.org/indonesia/id/nutrisi> (Diakses: 30 Oktober 2019).
- Vitor-Silva, S., Reyes-Lecca, R.C., Pinheiro, T.R.A., Lacerda, M.V.G. 2009, ‘Malaria is associated with poor school performance in an endemic area of the Brazilian Amazon.’, *Malaria journal*, 8(June 2014), p. 230. doi: 10.1186/1475-2875-8-230.
- WHO. 2001, ‘Iron deficiency anaemia: assessment, prevention and control. A guide for programme managers. Geneva: World Health Organization; 2001’, *United Nations Children’s Fund*. Dari: [https://www.who.int/nutrition/publications/en/ida\\_assessment\\_prevention\\_control.pdf](https://www.who.int/nutrition/publications/en/ida_assessment_prevention_control.pdf).
- WHO. 2008, ‘Worldwide prevalence of anaemia, WHO Vitamin and Mineral Nutrition Information System, 1993-2005’, *Public Health Nutrition*, 12(4), pp. 444–454. doi: 10.1017/S1368980008002401.
- WHO. 2015, *The global prevalence of anaemia in 2011*, Who. Geneva. Dari: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/177094>.
- WHO. 2018, ‘Physical Activity’, pp. 1–4. Dari: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/physical-activity> (Diakses: 15 Februari 2019).
- Wijaya, S. 2004, *Fortifikasi Zat Besi pada Makanan Pendamping ASI*. Pusat Studi Kebijakan Pangan dan Gizi, Jakarta.
- Willis, S. 2012, *Psikologi Pendidikan*. Alfabeta, Bandung.
- Wirakusumah. 1999, ‘Perencanaan Menu Anemia Gizi Besi’, *Tribus Agriwidya*.
- World Health Organization. 2013a, ‘WHO: Growth reference data for 5-19 years’, *Who Child Growth Standards*. Dari: [www.who.int/growthref/en/](http://www.who.int/growthref/en/) 1/2.
- World Health Organization. 2013b, ‘World Malaria Report’.
- Yamada, K., Mizuno, M. and Nabeshima, T. 2002, ‘Role for brain-derived neurotrophic factor in learning and memory’, *Life Sciences*, 70(7), pp. 735–744. doi: 10.1016/S0024-3205(01)01461-8.

- Yeom, C. W., Park, Y.J., Choi, S.W., Bhang, S.Y., 2016, ‘Association of peripheral BDNF level with cognition, attention and behavior in preschool children’, *Child and Adolescent Psychiatry and Mental Health*. BioMed Central, 10(1), pp. 1–10. doi: 10.1186/s13034-016-0097-4.
- Zoladz, J. A. and Pilc, A. 2010, ‘The effect of physical activity on the brain derived neurotrophic factor: From animal to human studies’, *Journal of Physiology and Pharmacology*, 61(5), pp. 533–541.
- Zulkarnain, M., Flora, R., Juliastuti, Apriany, A., Pujiana, D., Andrianti, S. 2017, ‘Hippocampal Brain Derived Neurotropic Factor Levels in Response to Anaerobic Physical Exercises’, *International Journal of Public Health Science (IJPHS)*, 6(2), p. 136. doi: 10.11591/.v6i2.6643.
- Zulkarnain, M. 2018, *Latihan Fisik dan Fungsi Kognitif*. Unsri Press, Palembang.