

Efek Pemberian Seduhan Teh Hijau terhadap Gelombang Alfa Otak pada Mahasiswa Tingkat Akhir Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung

Helga Marwa Afifah, Santun Bhakti Rahimah, Miranti Kania Dewi
Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung

Abstrak

Teh merupakan bahan alam yang sudah dikenal memiliki banyak manfaat salah satunya sebagai zat relaksan. Sifat relaksan diperoleh dari kandungan senyawa pada teh terutama teh hijau yaitu L-teanin yang memicu peningkatan aktivitas *gamma-aminobutyric acid* (GABA), produksi serotonin dan dopamin, serta menghambat kerja glutamat. Efek keseluruhan L-teanin pada otak memicu seseorang menjadi rileks, kondisi rileks dapat dinilai dari aktivitas gelombang alfa otak. Tujuan penelitian ini menilai efek pemberian seduhan teh hijau terhadap gelombang alfa otak pada mahasiswa tingkat akhir Fakultas Kedokteran Unisba. Penelitian menggunakan metode eksperimental, melalui dua kali perekaman gelombang alfa otak sebelum dan setelah pemberian seduhan teh hijau yang mengandung 50 mg L-teanin dengan menggunakan *brain wave sensors*. Hasil penelitian dianalisis melalui Uji Wilcoxon. Penelitian dilakukan di Fakultas Kedokteran Unisba pada bulan April–Mei 2014. Sampel yang digunakan adalah mahasiswa tingkat akhir Fakultas Kedokteran Unisba yaitu sebanyak 30 orang, terdiri atas 13 laki-laki dan 17 perempuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada 28 dari 30 orang memperlihatkan peningkatan gelombang alfa otak setelah pemberian seduhan teh hijau dan hanya 2 orang yang memperlihatkan gelombang alfa otak yang lebih rendah. Hasil Uji Wilcoxon menunjukkan nilai signifikansi $<0,001$. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa pemberian seduhan teh hijau memiliki efek meningkatkan gelombang alfa otak pada mahasiswa tingkat akhir Fakultas Kedokteran Unisba. Hal ini dapat disebabkan karena aktivitas L-teanin dalam teh hijau yang dapat memicu aktivitas GABA, serotonin, dan dopamin serta menghambat kerja glutamat sehingga memicu kondisi relaksasi yang dinilai dalam gelombang alfa otak.

Kata kunci: Gelombang alfa otak, L-teanin, teh, teh hijau

The Effect of Green Tea to Alpha Brain Waves of Final Students of Faculty of Medicine Universitas Islam Bandung

Abstract

Tea is one of the natural materials that commonly known that brings a lot of benefits to human beings. One of its benefits has been recognized as a relaxant substance, which is derived from L-theanine in green tea. It triggers not only an increase activity of gamma-aminobutyric acid (GABA), serotonin and dopamine production, but also inhibits the action of glutamate. The overall effect of L-theanine lies on brain activity, especially to alpha brain waves which stimulus a relax condition. The purpose of this study was to assess the effect of L-theanine in green tea against alpha brain waves to final students of Faculty of Medicine Universitas Islam Bandung. This research was conducted using experimental method, by recording alpha brain waves with brain wave sensors in two conditions, before and after the oral administration of green tea containing 50 mg L-theanine. The results were analyzed by the Wilcoxon test and targeted a study to final students of the Faculty of Medicine Unisba. Samples studied were 30 people, with 13 male and 17 female, from April to May 2014. The results showed that 28 of 30 people had a positive impact as it increasing the alpha brain waves after oral administration of green tea. Only two people showed a different impact as it decreasing the alpha brain waves. The results of Wilcoxon test showed a significance value of <0.001 . It can be concluded that the distribution of green tea has the effect of increasing alpha brain waves to final students of Faculty of Medicine Unisba. This is mainly caused by the activity of L-theanine in green tea that can trigger the activity of GABA, serotonin and dopamine production, but inhibits the action of glutamate, therefore it stimulus the relax condition to people.

Key words: Alpha brain waves, green tea, L-theanine, tea

Pendahuluan

Teh adalah minuman yang marak dikonsumsi di seluruh dunia. Berdasarkan data statistik tahun 2012, sekitar 77% lahan teh Indonesia terdapat di Jawa Barat, disusul di Jawa Tengah dan Sumatera Barat.¹ Teh dapat dibagi menjadi beberapa jenis berdasarkan cara pengolahannya termasuk teh hijau, teh hitam, teh oolong, teh putih, dan juga varian teh lainnya. Teh memiliki banyak manfaat, antara lain sebagai pencegah kanker, perawatan kulit, menstabilkan tekanan darah, menjaga daya ingat, memperkuat gigi, memperkuat daya tahan tubuh, dan sebagai relaksan. Jenis teh yang ternyata mempunyai manfaat sebagai relaksan tertinggi yaitu teh hijau, disebabkan teh hijau memiliki kandungan L-teanin paling besar dibanding dengan varian teh lainnya, yaitu sebanyak 1% sampai 2% dari berat kering daun teh hijau.²

L-teanin ialah senyawa asam amino pada teh hijau yang berperan sebagai relaksan. Zat ini memberi efek relaksasi tubuh secara keseluruhan, baik relaksasi otak maupun otot. Kondisi rileks dapat dipicu oleh L-teanin karena senyawa ini dapat menembus sawar darah otak yang memicu peningkatan aktivitas *gamma-aminobutyric acid* (GABA), meningkatkan produksi serotonin dan dopamin, serta menghambat kerja glutamat.³⁻⁵ Penelitian memperlihatkan bahwa L-teanin dapat meningkatkan kadar GABA 'inhibitory neurotransmitter' penting dalam otak yang membantu regulasi transmisi saraf. Aktivitas transmisi saraf meningkat terutama saat dalam keadaan stres. Hal tersebut dapat dihambat peningkatannya oleh GABA dan dapat menghasilkan efek relaksasi. Produksi serotonin dan dopamin juga dapat memengaruhi reaksi psikologis dan fisiologis dalam kondisi stres, oleh karena kedua senyawa tersebut merupakan neurotransmitter yang memicu kondisi rileks dan dapat meningkatkan suasana hati. Peran lain L-teanin ialah menghambat kerja glutamat yang berperan sebagai neurotransmitter otak untuk transmisi saraf. L-teanin menimbulkan efek neurokimia di otak dalam waktu 30 menit setelah dikonsumsi.³

Efek keseluruhan L-teanin pada otak tersebut dapat memicu seseorang akan menjadi rileks. Kondisi rileks seseorang dapat dinilai berdasar aktivitas gelombang otak (gelombang alfa otak). Keadaan tersebut dibuktikan oleh penelitian pada manusia melalui perekaman menggunakan

electroencephalography/EEG bahwa konsumsi L-teanin secara oral dalam bentuk kapsul 50 mg sampai 200 mg dapat meningkatkan aktivitas gelombang alfa otak.⁶ Gelombang alfa otak tersebut merupakan gelombang penanda bahwa seseorang dalam keadaan relaksasi, namun tetap fokus yang mempunyai frekuensi 8–12 Hz dengan amplitudo 50–100 μ V dan dapat diukur dengan menggunakan alat EEG.⁷

Beban aktivitas serta tuntutan yang tinggi dalam kehidupan sehari-hari disertai dengan faktor pencetus stres, pada saat itu membuat seseorang cenderung dalam kondisi stres. Stres yang dibiarkan berlarut-larut dapat memicu kondisi yang merugikan tubuh sehingga kondisi stres ini perlu dicegah ataupun ditekan, di antaranya melalui relaksasi. Kondisi rileks dapat diperoleh dengan beraktivitas seperti olahraga teratur, tidur yang cukup, shalat, dan aktivitas lainnya ataupun diperoleh dari asupan makanan maupun minuman yang dikonsumsi.

Teh merupakan alternatif untuk membuat kondisi seseorang menjadi rileks. Kondisi rileks tersebut juga diperlukan mahasiswa Fakultas Kedokteran yang mempunyai aktivitas serta beban tugas yang tinggi, terutama mahasiswa yang sedang menjalankan tingkat akhir yaitu tingkat keempat program pendidikan sarjana. Berdasarkan atas hal tersebut, tujuan penelitian ini menilai efek pemberian seduhan teh hijau terhadap gelombang alfa otak pada mahasiswa tingkat akhir Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung.

Metode

Subjek penelitian adalah mahasiswa tingkat empat (akhir) Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung angkatan 2010 tahun akademik 2013–2014 dilakukan selama periode Januari sampai Juni 2014. Penelitian diawali dengan memberikan penjelasan dan sosialisasi kepada semua mahasiswa tingkat empat, diikuti dengan pemilihan subjek penelitian secara *random sampling*. Subjek penelitian terpilih yang telah memenuhi kriteria inklusi dan tidak termasuk kriteria eksklusi sebanyak 30 orang, diberi perlakuan berupa pemberian seduhan bubuk teh hijau dan perekaman gelombang alfa otak dengan *brain wave sensors*. Kriteria eksklusi yaitu subjek memiliki kondisi neurologik yang abnormal, misalnya riwayat penyakit epilepsi, alzheimer, cedera otak, infeksi otak, tumor otak, serta dua jam sebelum dilakukan penelitian

tidak mengonsumsi minuman lain selain air putih seperti teh, kopi, susu, minuman bersoda, vitamin, minuman herbal, dan lain-lain. Subjek penelitian dipilih dengan menggunakan *simple random sampling*.

Bahan penelitian terdiri atas bubuk teh hijau dan air mineral hangat 80°C. Penelitian ini menggunakan alat *brain wave sensors* untuk merekam gelombang alfa otak. Variabel dalam penelitian ini terdiri atas variabel bebas yaitu teh hijau, variabel terikat yaitu gelombang alfa otak, dan variabel terkontrol yaitu lingkungan.

Prosedur penelitian ini terdiri atas proses pengolahan bubuk dan juga perhitungannya dosis teh hijau, perekaman gelombang otak, pengolahan serta interpretasi data, dan akhirnya analisis data mempergunakan Uji Wilcoxon. Perekaman gelombang alfa otak itu dilakukan memakai *brain wave sensors* yang dilakukan sebanyak 2 (dua) kali dengan durasi masing-masing selama 5 menit. Perekaman pertama dilakukan 5 menit sebelum pemberian seduhan 2,5 g bubuk teh hijau yang mengandung 50 mg L-teanin dan perekaman kedua dilakukan 30 menit setelah pemberian seduhan bubuk teh hijau. Data gelombang alfa berupa angka berapa kali kemunculan gelombang alfa yang dominan bila dibandingkan dengan gelombang lain yang diperoleh melalui pencatatan selama perekaman pertama dan kedua.

Hasil

Penelitian ini dilakukan pada mahasiswa tingkat empat (akhir) Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung pada bulan April–Mei 2014.

Pada Tabel 1 diperlihatkan hasil perekaman pertama dan kedua gelombang alfa otak pada 30 orang responden. Berdasarkan tabel tersebut dapat terlihat bahwa terdapat 28 orang dengan gelombang alfa otak perekaman kedua lebih besar daripada pertama ditandai dengan selisih P2 dan P1 positif dan 2 orang dengan hasil gelombang alfa otak pada perekaman kedua lebih rendah daripada perekaman pertama yang ditandai dengan selisih antara P2 dan P1.

Pada data gelombang alfa otak perekaman pertama dan kedua dilakukan uji normalitas Shapiro-Wilk. Hasilnya didapat nilai $p=0,434$ dan $p=0,004$ untuk masing-masing perekaman pertama dan kedua yang menunjukkan bahwa data perekaman pertama berdistribusi normal, sedangkan pada data perekaman kedua tidak berdistribusi normal.

Tabel 1 Hasil Perekaman Gelombang Alfa Otak

No	P1 (x/5 menit)	Nilai p	P2 (x/5 menit)	Nilai p	Selisih (P2 – P1)
1	393	0,434	771	0,004	378
2	646		900		254
3	762		736		-26
4	492		821		329
5	631		696		65
6	465		824		359
7	818		896		78
8	244		634		390
9	601		773		172
10	675		869		194
11	356		750		394
12	689		814		125
13	364		695		331
14	311		355		44
15	130		327		197
16	649		805		156
17	394		492		98
18	548		508		-40
19	335		469		134
20	711		778		67
21	714		853		139
22	494		766		272
23	369		571		202
24	561		873		312
25	564		862		298
26	197		328		131
27	316		719		403
28	376		609		233
29	124		673		549
30	226		350		124

Keterangan:

P1: angka kemunculan dominan gelombang alfa otak pada perekaman pertama sebelum pemberian seduhan teh hijau.

P2: angka kemunculan dominan gelombang alfa otak pada perekaman kedua 30 menit sesudah pemberian seduhan teh hijau.

Analisis uji statistik mengenai efek pemberian seduhan teh hijau terhadap gelombang alfa otak berdasarkan jumlah, rata-rata, nilai maksimal dan minimal, serta median menunjukkan bahwa nilai P2 lebih tinggi dibanding dengan nilai P1 (Tabel 2).

Tabel 2 Hasil Analisis Uji Statistik Perekaman Gelombang Alfa Otak

	Perekaman 1	Perekaman 2
Jumlah	14.155	20.517
Rata-rata	471,8	683,9
Maks	818	900
Min	124	327
Median	478,50	743
St. deviasi	193,596	180,073

Keterangan:

Maks: maksimal

Min: minimal

St. Deviasi: standar deviasi

Berdasarkan atas Tabel 3 terdapat 28 dari 30 orang mempunyai gelombang alfa otak P2 lebih besar daripada P1 dan 2 (dua) orang dengan hasil gelombang alfa otak pada P2 lebih rendah daripada P1. Hasil uji statistik menunjukkan nilai signifikansi 0,000, dengan demikian dapat disimpulkan terdapat perbedaan gelombang alfa otak yang bermakna antara sebelum pemberian seduhan teh hijau dan sesudah pemberian seduhan teh hijau.

Tabel 3 Hasil Uji Wilcoxon Gelombang Alfa Otak

P2-P1	n	Asymp. Sig. (2-tailed)
Negatif	2 ^a	
Positif	28 ^b	0.000
Sama	0 ^c	
Jumlah	30	

Keterangan:

P1: perekaman 1

P2<P1

P2: perekaman 2

P2>P1

n: jumlah responden

P2=P1

Asymp. Si. (2-tailed): nilai signifikansi

Pembahasan

Penelitian ini dilakukan pada 30 responden mahasiswa tingkat akhir yang terdiri atas 13 orang laki-laki dan 17 orang perempuan. Penelitian ini tidak membedakan hasil perekaman gelombang

alfa otak berdasarkan atas jenis kelamin. Hal ini didasarkan belum ada teori pasti mengenai variasi frekuensi gelombang otak alfa, beta, gama, *theta*, dan delta berdasarkan atas jenis kelamin. Hanya saja terdapat beberapa teori yang menunjukkan variasi frekuensi gelombang otak berdasarkan atas usia. Gelombang *theta* cenderung dominan pada saat bayi dan diikuti dengan peningkatan gelombang beta selama masa anak-anak. Gelombang alfa akan terus meningkat saat masa remaja dan seiring dengan pertambahan usia menjadi dewasa.^{7,8}

Hasil uji normalitas data didapatkan bahwa perekaman kedua tidak berdistribusi normal sehingga untuk menganalisis hasil penelitian ini digunakan metode Uji Wilcoxon dengan interval kepercayaan sebesar 90% serta nilai $p < 0,05$, maka didapat nilai signifikansi 0,000 atau $< 0,001$ yang menunjukkan bahwa hasil penelitian sangat bermakna. Hasil penelitian yang bermakna ($p < 0,001$) menandakan bahwa pemberian seduhan teh hijau meningkatkan gelombang alfa otak. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Kakuda dkk.⁹ bahwa L-teanin dalam seduhan teh hijau dapat memengaruhi aktivitas simpatis pada otak. Hal ini juga sesuai dengan penelitian menggunakan EEG dan uji tingkah laku oleh Palva dan Palva,¹⁰ didapatkan bahwa L-teanin dapat meningkatkan fungsi otak terutama pada saat dalam keadaan istirahat. Penelitian Kobayashi dkk.¹¹ menyatakan bahwa L-teanin meningkatkan aktivitas gelombang alfa pada EEG yang mengindikasikan seseorang lebih relaks. Berdasarkan penelitian Gomez-Ramirez dkk.¹² induksi L-teanin terhadap aktivitas gelombang alfa otak dapat meningkatkan fokus seseorang dalam *onset* 30–100 menit setelah mengonsumsi L-teanin.

Pada penelitian ini didapatkan sebanyak 28 orang menunjukkan gelombang alfa otak P2 lebih besar daripada P1, sedangkan 2 orang memperlihatkan gelombang alfa otak pada P2 lebih rendah daripada P1. Peningkatan nilai P2 dibanding dengan nilai P1 pada 28 orang responden itu menunjukkan bahwa pemberian seduhan teh hijau setelah 30 menit mampu meningkatkan kemunculan dominan gelombang alfa otak. Hal tersebut diperkuat dengan jumlah, rata-rata, nilai maksimal dan nilai minimal, serta median P2 lebih tinggi dibanding dengan nilai P1. Hal ini menunjukkan secara umum nilai gelombang alfa otak pada P2 lebih besar

bila dibandingkan dengan P1 yang disebabkan oleh kandungan L-teanin sebagai asam amino utama dalam teh hijau dapat memberi efek positif terhadap kerja otak dan sistem saraf pusat. L-teanin yang dapat melewati sawar darah otak memicu peningkatan gelombang alfa otak dengan meningkatkan aktivitas GABA, serotonin, dan juga dopamin yang menghambat kerja glutamat.³⁻⁵

Gamma-amino butyric acid (GABA) itu berperan dalam membantu regulasi transmisi saraf yang sangat berpengaruh pada penurunan stres serta peningkatan keadaan relaksasi. Produksi serotonin dan dopamin juga dapat memengaruhi reaksi psikologis dan fisiologis dalam kondisi (suasana) stres. Penghambatan kerja glutamat yang berperan dalam transmisi saraf otak juga membuat kondisi seseorang rileks. Efek keseluruhan L-teanin pada otak tersebut memicu seseorang menjadi rileks. Kondisi rileks tersebut dinilai dari peningkatan aktivitas gelombang alfa otak.

Peningkatan gelombang alfa otak 30 menit setelah pemberian seduhan teh hijau pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Kitaoka dkk.¹³ Pada penelitian tersebut subjek yang digunakan adalah hewan dan didapatkan hasil bahwa mekanisme aksi absorpsi L-teanin ditranspor melewati *brush border* usus halus melalui *Na⁺ coupled co-transporter* dan dihidrolisis menjadi *glutamic acid* dan *ethylamine* melalui aksi *phosphate-independent glutaminase* pada ginjal. Data tersebut dapat mengindikasikan bahwa L-teanin pada tubuh manusia dapat diabsorpsi dengan baik dan diikuti dengan proses *phosphate-independent glutaminase*. Penelitian lain pada tikus yang dilakukan oleh Kimura dan Murata,¹⁴ menunjukkan bahwa L-teanin terdeteksi dalam otak 30 menit setelah pemberian L-teanin 7,7 mMol/kgBB secara injeksi intraperitoneal. Terashima dkk.¹⁵ telah melakukan penelitian pada tikus yang menunjukkan bahwa tikus yang diberikan L-teanin 23 mMol/kgBB secara *intragastrically* memiliki puncak maksimal plasma konsentrasi setelah satu jam pemberian dan akan kembali menurun atau berada pada *baseline* setelah 24 jam. Penelitian L-teanin pada manusia masih sangat terbatas, namun terdapat peneliti yaitu Kakuda dkk.⁹ yang melakukan penelitian dengan subjek manusia. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa L-teanin dapat memengaruhi sekresi dan fungsi

neurotransmitter di sistem saraf pusat setelah 30 menit pemberian L-teanin secara oral. L-teanin akan berikatan dengan glutamat reseptor (AMPA, *kinate*, dan NMDA reseptor) dan menghambat pengikatan antara *l-glutamic acid* dan glutamat reseptor di kortikal neuron. Penelitian lain pada manusia yang dilakukan oleh Kobayashi dkk.¹¹ menunjukkan bahwa pemberian L-teanin secara oral dengan dosis 200 mg dapat meningkatkan gelombang alfa pada perekaman EEG di area oksipital dan parietal ketika subjek sedang beristirahat setelah 30 menit pemberian. Hal tersebut sedikit berbeda dengan penelitian Yokogoshi dkk.¹⁶ dengan subjek hewan yang menunjukkan bahwa L-teanin memberikan efek pada neurotransmitter otak lebih cepat yaitu 20 menit setelah pemberian oral.

Peningkatan perekaman kedua pada 28 orang responden, diikuti pula dengan hasil perekaman gelombang alfa otak pada dua orang responden yang menunjukkan penurunan gelombang alfa otak pada perekaman kedua. Penurunan pada perekaman kedua dengan selisih 40 angka dan selisih 26 angka. Hal tersebut dapat disebabkan oleh intervensi lingkungan saat dilakukannya perekaman gelombang alfa otak. Lingkungan yang tidak tenang dapat memengaruhi aktivitas gelombang alfa otak seseorang. Pada penelitian yang dilakukan oleh beberapa peneliti didapat bahwa peningkatan efek dari L-teanin terhadap aktivitas otak terjadi ketika subjek dalam keadaan istirahat tidak memiliki stresor atau faktor yang dapat memicu stres.^{10,11} Stresor terutama didapat dari lingkungan, jika lingkungan ramai dan mengganggu jalannya perekaman diduga dapat mengganggu aktivitas gelombang alfa otak.

Simpulan

Sebagai simpulan, pemberian seduhan teh hijau dapat meningkatkan gelombang alfa otak pada mahasiswa tingkat empat Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung.

Daftar Pustaka

1. Investment I. Indonesia tea manufacture world ranking 8 2013 [diunduh 17 September 2014]. Tersedia dari: <http://disbun.jabarprov.go.id>.
2. Van der Pijla PC, Chen L, Mulder TPJ. Human disposition of l-theanine in tea or aqueous solution. *J Funct Foods*. 2010;2:239-44.
3. Kimura K, Ozekib M, Junejab LR, Ohiraa

- H. L-theanine reduces psychological and physiological stress responses. *Biol Psychol.* 2007 Jan;74:39-45.
4. Team AMR. L-theanine. *Alternative Med Rev.* 2005 Jun;10(2):136-8.
 5. Sahley BJ. L-theanine, the relaxation amino acid. 2006 [diunduh 2 Desember 2014]. Tersedia dari: <http://www.encognitive.com/files/L-Theanine:%20The%20Relaxation%20Amino%20Acid.pdf>
 6. Scheid L, Ellinger S, Altehheld B, Herholz H, Ellinger J, Henn T, dkk. Kinetics of L-theanine uptake and metabolism in healthy participants are comparable after ingestion of L-theanine via capsules and green tea. *J Nutr.* 2012 Des;142(12):2091-6.
 7. Ganong WF. Review of medical physiology. United States of America: Lange Medical Book; 2005.
 8. Guyton AC, Hall JE. Medical physiology. Edisi ke-11. United States of America: Saunders; 2005.
 9. Kakuda T, Nozawa A, Sugimoto A, Niino H. Inhibition by theanine of binding of (3H) AMPA, (3H)kainate, and [3H]MDL 105,519 to glutamate receptors. *Biosci Biotechnol Biochem.* 2002;6 (Issue 12):2683-6.
 10. Palva S, Palva JM. New vistas for alpha-frequency band oscillations. *Trends Neurosci.* 2007 Apr;30(4):150-8. Epub 2007 Feb 20.
 11. Kobayashi K, Nagato Y, Aoi N, Juneja LR, Kim M, Yamamoto T, dkk. Effects of L-theanine on the release of alpha-brain waves in human volunteers. *Nippon Nogeikagaku Kaishi.* 1998;72(2):153-7.
 12. Gomez-Ramirez M, Higgins BA, Rycroft J A, Owen GN, Mahoney J, Shpaner M, dkk. The deployment of intersensory selective attention: a high-density electrical mapping study of the effects of theanine. *Clin Neuropharmacol.* 2007;30(1):25-38.
 13. Kitaoka S, Hayashi H, Yokogoshi H, Suzuki Y. Transmural potential changes associated with the in vitro absorption of theanine in the guinea pig intestine. *Biosci Biotechnol Biochem.* 1996 Nov;60(11):1768-71.
 14. Kimura R, Murata T. Influence of alkylamides of glutamic acid and related compounds on the central nervous system. I. Central depressant effect of theanine. *Chem Pharm Bull (Tokyo).* 1971 Jun;19(6):1257-61.
 15. Terashima T, Takido J, Yokogoshi H. Time-dependent changes of amino acids in the serum, liver, brain and urine of rats administered with theanine. *Biosci Biotechnol Biochem.* 1999 Apr;63(4):615-8.
 16. Yokogoshi H, Kobayashi M, Mochizuki M, Terashima T. Effect of theanine, r-glutamylethylamide, on brain monoamines and striatal dopamine release in conscious rats. *Neurochem Research.* 1998 May; 23(5):667-73.