ISSN Cetak 2303-1433
ISSN Online: 2579-7301

PENERAPAN *ELECTRICAL STIMULATION* TERHADAP KADAR GULA DARAH ACAK PASIEN DIABETES MILLITUS TIPE 2

(The Application of Electrical Stimulation to Blood Glucose Levels of Patients Diabetes Mellitus Type 2)

Ifa Roifah*, Eka Nur So'emah*, Moh Alimansur**
*STIKes Bina Sehat PPNI Kab. Mojokerto,
** Akper Dharma Husada Kediri
Email: ekanursoemah.binasehatppni@gmailcom

ABSTRAK

Pendahuluan Hiperglikemia sering dijumpai pada kasus pasien diabetes mellitus.Kondisi ini jika tidak terkontrol dapat menyebabkan krisis hiperglikemik, sehingga menyebabkan terjadinya peningkatan angka kesakitan dan kematian. Metode e*lectrical stimulation* diduga dapat menurunkan kadar gula darah acak. Tujuan dari penelitian membuktikan pengaruh penerapan metode *electrical stimulation* terhadap kadar gula darah acak pasien diabetes mellitus tipe 2. **Metode**: Rancangan penelitian menggunakan *one grouppretest-post test design*. Besar sampel dalam penelitian ini adalah 60 pasien diabetes mellitus di *Wound Care Center* Mojokerto. Teknik sampling yang digunakan *simple random sampling.* Instrument penelitian menggunakan hasil pemeiksaan kadar gula darah acak dengan *glucotest.* Data di analisis menggunakan uji paired t test. **Hasil**: Hasil penelitian menunjukkan mean kadar gula darah sebelum diberikan *electrical stimulation* sebesar 259,8 mg/dL, sedangkan mean kadar gula darah sesudah diberikan *electrical stimulation* rata-rata 212,7 mg/dL. Hasil pengujian hipotesis didapatkan ada perbedaan kadar gula darah acak pre dan post pemberian metode *electrical stimulation.* **Diskusi***:* Penurunan kadar gula darah acak karena stimulasi elektrik bekerja pada syaraf mempengaruhi kerja sumbu hipotalamus pituitari adrenal, sehingga produksi kortisol menurun. Lebih lanjut akan menyebabkan produksi glukosa menurun dan penyerapan glukosa oleh musculoskeletal meningkat.

Kata Kunci: *Electrical Stimulation*, Kadar Gula Darah, Diabetes millitus

ABSTRACT

Introduction: *Hyperglycemia is often found in cases of patients with diabetes mellitus. This condition if not controlled can cause hyperglycemic crisis, causing an increase in morbidity and mortality rates. The electrical stimulation method is allegedly able to lower blood glocose levels randomly. This research aims to demonstrate the influence of application of electrical stimulation methods of random blood glocose levels diabetes mellitus type 2 patients.* ***Methode:*** *Design research using one group Pretest-post test design. The large sample in this study was 60 patients with diabetes mellitus in Wound Care Center Mojokerto. Sampling techniques use simple random sampling. The research Instrument uses a measurement of random blood glocose levels with glucotest. Data in the analysis using test paired t-test.* ***Result:*** *Results showed the mean blood glocose levels before administered electrical stimulation of 259.8 mg/dL, while the mean blood glocose levels after administered electrical stimulation average 212.7 mg/dL. Test results paired t-test there is a difference in blood glocose levels before and after given electrical stimulation methods.* ***Discussion:*** *The decrease of random blood glocose levels due to the electrical stimulation working on the nerve affecting the hypothalamus axis of the adrenal pituitary, resulting in decreased cortisol production. Further decreases in glucose production and absorption of glucose by skeletal muscles are increased.*

Keywords:Electrical Stimulation, Blood Glucose Levels, Diabetes Millitus

PENDAHULUAN

Angka kematian akibat diabetes mellitus di Indonesia terus meningkat. Kondisi ini terjadi karena komplikasi akut berupa hiperglikemia sampai dengan krisis hiperglikemi sering terjadi.. Resistensi insulin yang berat akan memicu proses *gluconeogenesis* sehingga produksi glukosa dalam keadaan basal oleh liver meningkat, sedangkan keadaan hiperglikemia tersebut dapat menyebabkan krisis hiperglikemik yang mempunyai angka morbiditas dan mortalitas yang tinggi(Fatimah, 2015). Diabetes mellitus tipe 2 adalah penyakit yang menyerang lebih dari 400 juta orang di seluruh dunia. Pada tahun 2040, akan ada lebih dari 640 juta orang dengan diabetes di seluruh dunia. Prevalensi DM tipe 2 diperkirakan akan berlipat ganda dalam 20 tahun ke depan, karena peningkatan usia, obesitas dan jumlah kelompok etnis berisiko tinggi dalam populasinya. Dengan peningkatan yang signifikan ini, maka kontrol metabolic pada DM dalam waktu jangka panjang adalah kombinasi pada pengobatan farmakologis dan pola hidup sehat (Marín-penalver et al., 2016)

Data WHO menujukkan 1,6 juta (4%) penduduk dunia yang meninggal karena diabetes mellitus. Angka kematian akibat diabetes mellitus merupakan urutan keempat penyebab kematian utama di dunia. WHO memproyeksikan kasus DM di Indonesia terjadi peningkatan 12,9 juta dari tahun 2000 ke tahun 2030, dan terjadi peningkatan 2-3 kali lipat pada tahun 2035 (WHO, 2017). Prediksi dari organisasi diabetes internasionaltahun 2014 – 2035 trend penyakit DM meningkat sebesar 5 juta orang.. Prevalensi komplikasi diabetes berupa neuropati sebanyak 54,0% dan gangrene sebanyak 8,70% (Kemenkes RI, 2018). Proporsi angka kejadian diabetes mellitus di kabupaten Mojokerto pada tahun 2017 antara pria dan wanita hampir sama. Jumlah penderita DM usia lebih dari 18 tahun sebanyak 134.373 dari 664.046 jiwa (Dinkes, 2017).

Hasil penelitian (Sharma, Shenoy, & Singh, 2010) di India menunjukkan bahwa 12,7% responden terjadi penurunan kadar gula darah segera setelah dilakukan stimulasi elektrik dan setelah 2 minggu pemberian stimulasi elektrik kadar gula darah menurun pada grup perlakuan. Hasil penelitian (Ibrahim bin Sa`id, Dwi Winarni, 2010) di Unair Surabaya tentang Efek Medan Listrik Terhadap Kadar Gula Darah Tikus Diabetes Mellitus menunjukkan medan listrik berhasil menurunkan kadar glukosa darah tikus secara signifikan pada frekuensi 15 - 20 KHz. Hasil penelitian (Jabbour et al., 2015) di Korea menunjukkan ada aktivasi besar serat tipe II glikolitik oleh NMES frekuensi rendah yang menghasilkan penurunan kadar glukosa darah yang signifikan dan dengan demikian dapat meningkatkan sensitivitas insulin

Hasil penelitian (Catalogna et al., 2016) di Israel menunjukkan bahwa pemberian stimulasi listrik, secara signifikan dapat menurunkan kadar gula darah nokturnal dan gula darah puasa penderita DM tipe 2. Diabetes mellitus yang tidak terkendali dengan baik akan menimbulkan komplikasi akut yaitu hiperglikemik dan hipoglikemia. Hal ini terjadi karena kegagalan fungsi sel beta pankreas dapat menyebabkan tingginya kadar gula dalam darah. Stimulasi elektrik bekerja pada syaraf yang akan disampaikan pada hipotalamus dan mempengaruhi kerja sumbu hipotalamus pituitari adrenal sehingga korteks adrenal akan mengalami penurunan produksi kortisol maka akan terjadi penurunan produksi glukosa dan penyerapan glukosa oleh otot rangka meningkat (Catalogna et al., 2016). Hasil kerja *electrical stimulation* diduga menghasilkan stimulasi listrik yang befungsi sebagai stimulus pada jaringan tubuh(Giggins, Crowe, Coughlan, & Caulfield, 2017).

Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penerapan *electrical stimulation* terhadap kadar gula darah acak pasien diabetes mellitus tipe 2.

BAHAN DAN METODE

Rancangan penelitian menggunakan *One group* p*retest-postest design*. Populasi penelitian ini seluruh pasien diabetes melitus tipe 2 di *Wound Care Centre* Mojokerto sejumlah 70 orang.

ISSN Cetak 2303-1433
ISSN Online: 2579-7301

Sampling diambil secara acak sederhana, Responden berjumlah 60 orang. Penelitian ini telah mendapatkan ijin nomor002/SB/mjpht.mwcc/II/2018.
Instrumen yang digunakan adalah pengukuran kadar gula darah acak menggunakan alat *glucotest*. Pengukuran kadar gula darah acak dilakukan sebelum dan sesudah diberikan *electrical stimulation*. Adapun ketentuan pemberian metode *electrical stimulation* adalah frekuensi 15 – 30 KHz selama 30 menit. Analisa data menggunakan uji t sampel berpasangan.dengan asumsi data harus berdistribusi normal, jika data berdistribusi tidak normal maka uji yang digunakan *wilcoxon signed rank test*. Pengujian normalitas datadalam penelitian uii menggunakan uji *kolmogorov smirnov*.

HASIL

1. Hasil Analisis Deskriptif

Hasil pengujian univariat karakteristik pasien dan kadar gula darah acak sebelum dan sesudah dilakukan *electrical stimulation*adalah :

Tabel 1 Karakteristik pasien diabetes mellitus tipe 2 di *Wound Care Centre* Mojokerto

Karakteristik	n	%
Jenis kelamin		
Laki-laki	24	40 %
Perempuan	36	60 %
Diet makanan		
Rendah gula	36	60 %
Tanpa pantangan	24	40 %
Aktivitas fisik		
1 kali seminggu	8	13 %
3 kali seminggu	2	7 %
Tidak olah raga	50	80 %

Hasil analisis didapatkan jenis kelamin terbanyak pasien diabetes mellitus tipe 2 adalah laki-laki dan sebagian besar pasien sudah melakukan diit rendah gula. Akan tetapi hampir seluruh pasien tidak berolah raga.

Tabel 2 Rata-rata umur dan kadar gula darah pasien diabetes mellitus tipe 2 di *Wound Care Centre* Mojokerto

No	Variabel	Minimim	Maximum	Mean
1	Usia	37 tahun	78 tahun	59,8 tahun
2	GDA sebelum	178 mg/dl	375mg/dl	259,8 mg/dl
3	GDA sesudah	128 mg/dl	315 mg/dl	212,7 mg/dl

Hasil analisis didapatkan rata-rata usia pasien diabetes mellitus tipe 2 adalah 59,8 tahun. Sedangkan rata-rata kadar gula darah acak mengalami penurunan setelah diberikan perlakuan.

2. Hasil Analisis Pengujian Hipotesis

Hasil pengujian bivariat penerapan metode *electrical stimlation* terhadap adar gula darah acak pasien diabetes mellitus tipe 2 adalah:

Tabel 3 Hasil pengujian normalitas data kadar gula darah acak pasien DM tipe 2 di Wound Care Centre Mojokerto

		Kadar Gula Darah Acak
Pre	**Mean**	259,8 mg/dl
	Std Deviation	60,24 mg/dl
Post	**Mean**	212,7 mg/dl
	Std Deviation	59,06 mg/dl
p value	**Pre**	0,200
	Post	0,200

Hasil analisis uji normalitas data deidapatkan hasil *p value* 0,200 > α, artinya data berdistribusi normal.

ISSN Cetak 2303-1433
ISSN Online: 2579-7301

Tabel 4 Hasil pengujian metode electrical stimulation terhadap kadar gula darah acak pasien diabetes mellitus tipe 2 di Wound Care Centre Mojokerto

		Kadar gula darah acak Sebelum-Sesudah
95% *Confidence Interval*	*Mean*	47,13
	Std. Deviation	67,48
	Lower	9,76
	Upper	84,5
	t	2,7
	p value	0,017

Hasil analisis uji *t* - sampel berpaangan didapatkan nilai *CI*> 1 dan *p value* 0,017 < α disimpulkan H_0 ditolak, artinya ada pengeruh penerapan *electrical stimulation* terhadap kadar gula darah acak pasien diabetes mellitus tipe 2.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian diketahui bahwa responden mempunyai kadar gula darah rata-rata sebelum *electrical stimulation*sebesar 259,8 mg/dl dengan nilai minimum 178 mg/dl dan nilai maksimum 375 mg/dl.

DM tipe 2 dikenal sebagai DM yang tidak tergantung insulin. Bentuk DM ini merupakan DM yang paling umum yang ditandai dengan hiperglikemia, resistensi insulin, dan defisiensi insulin relative (Kharroubi & Darwish, 2015). DM tipe 2 dihasilkan dari interaksi antara faktor risiko genetik, lingkungan, dan perilaku. Orang yang hidup dengan DM tipe 2 lebih rentan terhadap berbagai bentuk komplikasi jangka pendek dan jangka panjang, yang sering menyebabkan kematian dini. Kecenderungan peningkatan morbiditas dan mortalitas ini terlihat pada pasien DM tipe 2 karena kesamaan tipe DM ini, onsetnya yang membahayakan dan keterlambatan penanganan, terutama di negara-negara berkembang. Diabetes melitus tipe 2 mempunyai jumlah insulin tipe 2 normal, tetapi jumlah reseptor insulin yang terdapat pada permukaan sel yang kurang sehingga glukosa yang masuk ke dalam sel sedikit dan glukosa dalam darah menjadi meningkat. Faktor yang mempengaruhi kadar gula darah, antara lain usia, pola makan, aktifitas fisik, obat hipoglikemia oral, insulin dan stress(Abdulfatai B. Olokoba,1,* Olusegun A. Obateru, 2012)).

Menurut (Association, 2018) penderita DM tipe 2 lebih banyak terjadi pada umur ≥ 45 tahun. Pada usia lanjut secara fisiologis fungsi tubuh menurun. *Aging proses* akan menyebabkan terjadinya penurunan sekresi atau resistensi insulin sehingga kemampuan fungsi tubuh terhadap pengendalian glukosa darah yang tinggi kurang optimal (Marín-penalver et al., 2016). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian(Abdulfatai B. Olokoba,1,* Olusegun A. Obateru, 2012)) dimana hampir setengah responden berumur lebih dari 60 tahun. Kadar gula responden yang tinggi disebabkan karena pada umur yang semakin menua, maka akan terjadi penurunan fungsi tubuh termasuk fungsi hormon insulin dalam mengendalikan kadar gula darah, sehingga kadar gula responden tergolong pengendalian yang buruk.

Faktor risiko terjadinya penyakit diabetes mellitus salah satunya adalah jenis kelamin. Dimana perempuan memiliki risiko kadar gula darah yang lebih cepat meningkat dari laki-laki. Hal ini sesuai hasil penelitian bahwa sebagian besar responden adalah berjenis kelamin perempuan yaitu 36 orang (60,0%).Perbedaan risiko ini dipengaruhi oleh distribusi lemak tubuh. Penumpukan lemak terkonsentrasi di sekitar perut dapat memicu obesitas sentral yang lebih berisiko memicu terjadinya gangguan metabolisme (Marín-penalver et al., 2016). Selain itu ada pengaruh faktor usia, dimana pada usia menopause, perempuan sudah kehilangan faktor portektif dalam tubuhnya yaitu hormon estrogen dan progesteron yang melindungi perempuan dari ketidaknormalan fungsi tubuh, sehingga pada usia yang sudah lanjut, fungsi tubuh perempuan akan mengalami penurunan termasuk dalam hal pengendalian kadar gula darah sehingga pada penderita diabetes mellitus, kadar gula darahnya tinggi (Association, 2013).

Aktifitas fisik memegang peranan penting terjadinya hiperglikemia. Latihan

fisik secara kontinu dan berirama memerlukan energi yang melebihi pengeluaran energi selama istirahat. Proses ini terjadi karena otot menjadi lebih aktif sehingga terjadi peningkatan permiabilitas membran sel, diikuti dengan peningkatan aliran darah. Akibatnya lebih banyak reseptor insulin yang aktif dan terjadi pergeseran penggunaan energi oleh otot yang berasal dari sumber asam lemak ke penggunaan glukosa dan glikogen otot. Sebaliknya jika terlalu banyak glukosa yang tidak dapat diserap oleh sel tubuh dan mengalir dalam darah. Saat gula tidak dapat memasuki sel-sel, kadar gula dalam darah meningkat semakin tinggi. Jika kondisi ini dibiarkan secara terus-menerus dapat menyebabkan hiperglikemia (Soegondo, 2011).

Sesuai dengan teori di atas bahwa hampir seluruh responden tidak berolahraga, padahal olahraga sangat erat hubungannya dengan penurunan kadar gula darah, karena dengan olahraga maka glukosa dalam darah akan diambil oleh otot dan dirubah menjadi glikogen untuk memenuhi kebutuhan energi dalam otot pada saat bergerak melakukan aktivitas, apabila hal ini tidak dilakukan, maka kerusakan insulin yang menyebabkan tingginya glukosa darah tidak diimbangi dengan pembentukan glikogen hingga glukosa dalam darah makin tinggi.

Rata-rata kadar gula darah acak sesudah *electrical stimulation* rata-rata 212,7 mg/dL dengan nilai minimum 128 mg/dL dan nilai maksimum 315mg/dL.Kegagalan fungsi sel beta pankreas dapat menyebabkan tingginya kadar gula dalam darah. Stimulasi elektrik bekerja pada syaraf yang akan disampaikan pada hipotalamus dan mempengaruhi kerja sumbu hipotalamus pituitari adrenal sehingga korteks adrenal akan mengalami penurunan produksi kortisol dimana hormon ini sangat berperan dalam meningkatkan produksi glukosa melalui proses glukoneogenesis dan menghambat penyerapan glukosa dan asam lemak oleh otot rangka dan jaringan adiposa, sehingga dengan menurunnya produksi kortisol, maka akan terjadi penurunan produksi glukosa dan penyerapan glukosa oleh otot rangka meningkat. Penerapan stimulasi listrik secara langsung mengaktifkan pengambilan glukosa pada otot paha depan dengan menginduksi translokasi transporter glukosa GLUT-4 ke permukaan sel melalui mekanisme independen insulin ini. Namun, penurunan kadar glukosa darah disebabkan oleh akumulasi efek insulin yang bergantung pada peningkatan sensitivitas insulin. Efek tergantung insulin ini mungkin ikut berperan selama periode pasca-stimulasi, yaitu di antara berbagai sesi stimulasi listrik dan ini memberi hasil yang lebih positif pada sesi akhir penelitian. Stimulasi protein kinase AMP (AMPK) sebagai respons terhadap kontraksi yang disebabkan oleh stimulasi listrik dapat dikaitkan dengan peningkatan penyerapan glukosa pada otot kuadriseps. AMPK dirangsang oleh berbagai rangsangan penyerapan glikogen, seperti kontraksi, hipoksia, dan hipermosmolaritas dan memiliki efek positif pada pengambilan glukosa dan oksidasi asam lemak pada otot rangka (Divanovi et al., 2017)

Setelah diberikan *electrical stimulation* perubahan kadar gula darah sangat signifikan dari pada sebelumnya, karena dengan adanya stimulasi listrik yang langsung bekerja pada syaraf tubuh akan menyampaikan pesan ke hipotalamus sebagai pusat pengaturan fungsi tubuh untuk mengendalikan kadar gula darah melalui jalur hipotalamus pituitari adrenal sehingga otot yang dikenai stimulasi akan bergerak dan membutuhkan energi dengan mengabil glukosa dalam darah untuk dirubah menjadi glikogen sehingga kadar gula dalam darah mengalami penurunan yang signifikan (Catalogna et al., 2016). Hasil penelitian ini didukung oleh(Sharma et al., 2010)diIndiamenunjukkan bahwa 12,7% respondenmengalamipenurunan kadar gula darah segera setelah dilakukan stimulasi elektrik dan menurun secara signifikan setelah 2 minggu pemberian stimulasi elektrik.

Hasil penelitian (Jabbour et al., 2015) diKorea tentang *Effect of Low Frequency Neuromuscular Electrical Stimulation on Glucose Profile of Persons with Type 2 Diabetes*menunjukkanbahwa penelitian ini

adalah yang pertama meneliti efek frekuensi rendah NMES (8 Hz) pada metabolisme glukosa pada pasien DM tipe 2 usia setengah baya. Meskipun frekuensi NMES rendah, konsentrasi glukosa plasma ditentukan setelah 60 menit NMES dan pada 120 menit setelah NMES secara signifikan lebih rendah pada kelompok eksperimen dari pada kelompok kontrol.Hasil ini tampaknya menunjukkan bahwa ada aktivasi besar serat tipe II glikolitik oleh NMES frekuensi rendah yang menghasilkan penurunan kadar glukosa darah yang signifikan dan dengan demikian dapat meningkatkan sensitivitas insulin Hasil penelitian (Catalogna et al., 2016) di Israel tentang *Effect of Peripheral Electrical Stimulation (PES) on Nocturnal Blood Glucose in Type 2 Diabetes* menunjukkan bahwa dengan pemberian stimulasi listrik, terdapat penurunan kadar gula darah *nokturnal* maupun gula darah puasa yang signifikan pada penderita DM tipe 2.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Metode *electrical stimulation* berpengaruh secara signiofikan terhadap penurunan kadar gula acak pasien diabetes mellitus. Stimulasi elektrik bekerja pada syaraf yang dapat mempengaruhi kerja sumbu hipotalamus pituitari adrenal, sehingga produksi kortisol menurun. Hal ini akan menyebabkan produksi glukosa menurun dan penyerapan glukosa oleh otot rangka meningkat.

Saran

Rekomendasi hasil pebelitian bagi penderita diabetes mellitus Tipe2 adalah melakukan *electrical stimulation* dankontrol gula darah secara teratur di fasilitas pelayanan kesehatan, mengubah *life style* dengan pola hidup sehat seimbang dan olahraga yang teratur 1 minggu 3 kali. Rekomendasi hasil penelitian bagi peeliti selanjutnya pengembangan penelitian efek penggunaan jangka panjang dari penggunaan *electrical stimulation* dengan menggunakan kelompok kontrol.

KEPUSTAKAAN

Abdulfatai B. Olokoba,1,* Olusegun A. Obateru, 2 and Lateefat B. Olokoba3. (2012). Type 2 Diabetes Mellitus: A Review of Current Trends. *Oman Medical Journal*, *27*(4), 269–273. https://doi.org/10.5001/omj.2012.68

Association, A. D. (2013). Diagnosis and Classification of Diabetes Mellitus. *American Diabetes Association*, *33*, S67–S74. https://doi.org/10.2337/dc10-S062

Association, A. D. (2018). Classi fi cation and Diagnosis of Diabetes : Standards of Medical Care in Diabetes d 2018. *Diabetes Care*, *41*(January), 13–27. https://doi.org/10.2337/dc18-S002

Catalogna, M., Doenyas-barak, K., Sagi, R., Abu-hamad, R., Nevo, U., Ben-jacob, E., & Efrati, S. (2016). Effect of Peripheral Electrical Stimulation (PES) on Nocturnal Blood Glucose in Type 2 Diabetes : A Randomized Crossover Pilot Study. *PLoS ONE*, *12*(11), 1–14. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0168805

Divanovi, H., Padalo, A., Rastoder, E., Pedljak, Š., Nermina, Ž., & Bego, T. (2017). Effects of electrical stimulation as a new method of treating diabetes on animal models : Review stimulation in normal and insulin. *IFMBE Proceedings*, 253–254. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4166-2

Fatimah, R. N. (2015). DIABETES MELITUS TIPE 2. *Medical Journal Of Lampung University*, *4*, 93–101. Retrieved from https://juke.kedokteran.unila.ac.id/index.php/majority/article/view/615

Giggins, O. M., Crowe, L., Coughlan, G. F., & Caulfield, B. (2017). Neuromuscular electrical stimulation exercise : a potential alternative to conventional exercise in the management of type 2 diabetes. *The Brithsh Journal of Diabetes*, *17*(2), 46–51. https://doi.org/https://doi.org/10.15277/bjd.2017.127

Ibrahim bin Sa`id, Dwi Winarni, S. (2010). Efek Medan Listrik Pada Kadar Gula

Darah Tikus Diabetes Melitus. *Prosiding Seminar Nasional Fisika II*, *ISBN : 978*(Juli), B18–B24. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/265596629_Efek_Medan_Listrik_Pada_Kadar_Gula_Darah_Tikus_Diabetes_Melitus

Jabbour, G., Belliveau, L., Probizanski, D., Newhouse, I., Mcauliffe, J., Jakobi, J., & Johnson, M. (2015). Effect of Low Frequency Neuromuscular Electrical Stimulation on Glucose Profile of Persons with Type 2 Diabetes : A Pilot Study. *DIABETES & METABOLISM JOURNAL*, 264–267. https://doi.org/10.4093/dmj.2015.39.3.264

Kemenkes RI. (2018). HARI DIABETES SEDUNIA TAHUN 2018. *Infodatin*, *ISSN 2442-*, 1–10. Retrieved from https://pusdatin.kemkes.go.id/resources/download/pusdatin/infodatin/infodatin-Diabetes-2018.pdf

Kharroubi, A. T., & Darwish, H. M. (2015). Diabetes mellitus : The epidemic of the century. *World Journal of Diabetes*, *6*(6), 850–867. https://doi.org/10.4239/wjd.v6.i6.850

Marín-penalver, J. J., Martín-timón, I., Sevillano-collantes, C., Canizo-gómez, F. J., Marín-penalver, J. J., Martín-timón, I., & Canizo-gómez, F. J. (2016). Update on the treatment of type 2 diabetes mellitus, *7*(17), 354–395. https://doi.org/10.4239/wjd.v7.i17.354

Sharma, D., Shenoy, S., & Singh, J. (2010). Effect of electrical stimulation on blood glucose level and lipid profile of sedentary type 2 diabetic patients. *International Journal of Diabetes in Developing Countries*, *30*(4), 194–200. https://doi.org/10.4103/0973-3930.70859

Soegondo, sidartawan. (2011). Penatalaksanaan diabetes melitus terpadu: sebagai panduan penatalaksanaan diabetes melitus bagi dokter maupun edukator. *Buku Teks, Perpustakaan Indonesia*.