

SK dan Laporan Hibah Kompetitif Nasional
Penelitian Kompetensi DRPM Tahun 2016



KEPUTUSAN
KETUA LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN
Nomor : Kept.1919/UN23.14/PN.01.00/2016

Tentang
PELAKSANA PENELITIAN KOMPETENSI
UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN TAHUN ANGGARAN 2016

KETUA LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT
UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN

- Menimbang : a. bahwa perguruan tinggi mempunyai tugas menyelenggarakan pendidikan, penelitian, dan pengabdian kepada masyarakat;
- b. bahwa untuk memenuhi kualitas dan kuantitas penelitian kepada masyarakat di Universitas Jenderal Soedirman, maka perlu dilakukan penelitian secara kompetitif dan memenuhi standar mutu
- c. bahwa untuk itu perlu diangkat pelaksana Kompetensi dengan Surat Keputusan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman.
- Mengingat : 1. Undang-undang RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Aparatur Sipil Negara (Lembaran Negara RI Tahun 2014 Nomor 6 dan Tambahan Lembaran Negara Nomor 5494);
2. Undang-undang RI Nomor 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Lembaran Negara RI Tahun 2003 Nomor 78 dan Tambahan Lembaran Negara RI Nomor 4301);
3. Undang-undang RI Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi (Lembaran Negara RI Tahun 2012 Nomor 158 dan Tambahan Lembaran Negara Nomor 5336);
4. Peraturan Pemerintah RI Nomor 17 Tahun 2010 jo Nomor 66 Tahun 2010 tentang Pengelolaan dan Penyelenggaraan Pendidikan;
5. Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 195 Tahun 1963 jo Kept. Menteri PTIP No. 153 Tahun 1963 tentang Pendirian Unsoed;
- 6.. Peraturan Menteri Pendidikan Nasional Nomor 090/O/2004 tanggal 29 Juli 2004 tentang Statuta Universitas Jenderal Soedirman;
7. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 21 Tahun 2014 tanggal 17 Maret 2014 tentang Organisasi dan Tata Kerja Unsoed;
8. Keputusan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan RI Nomor 99/MPK.A4/KP/2014 tanggal 28 Maret 2014 tentang Pengangkatan Dr. Ir. Achmad Iqbal, M.Si sebagai Rektor Universitas Jenderal Soedirman Periode 2014 – 2018 ;
9. SK Rektor Unsoed No. Kept. 115/UN23/KP.02.02/2015 tanggal 4 Februari 2015 tentang Pemberhentian dan Pengangkatan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat periode 2015-2019.
10. Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian Tahun 2015 Batch I antara Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi dengan Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Unsoed Nomor 037/SP2H/LT/DRPM/II/2015 tanggal 17 Februari 2016

MEMUTUSKAN

- Menetapkan : KEPUTUSAN KETUA LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN TENTANG PELAKSANA PENELITIAN KOMPETENSI UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN TAHUN ANGGARAN 2016
- KESATU : Menugaskan kepada dosen yang namanya tercantum dalam lampiran keputusan ini untuk melaksanakan penelitian yang judul, biaya, waktu dan tugas dalam penelitian masing-masing termaktub dalam surat keputusan ini selanjutnya disebut "Peneliti"
- KEDUA : Dalam melaksanakan tugasnya "Peneliti" membuat laporan dan bertanggungjawab kepada Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Jenderal Soedirman.
- KETIGA : Penelitian dilakukan selama 8 bulan mulai 2 Maret 2016 sampai dengan 31 Oktober 2016.
- KEEMPAT : Biaya pelaksanaan penelitian di bebaskan kepada DIPA Direktorat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan tinggi
- KELIMA : Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan.

Salinan keputusan ini disampaikan kepada :

1. Menteri Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi RI di Jakarta
2. Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan Kemenristekdikti di Jakarta
3. Direktur Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Ditjen Penguatan Riset dan Pengembangan, Kemenristekdikti di Jakarta
4. Ketua Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia di Jakarta
5. Rektor Universitas Jenderal Soedirman
6. Para Wakil Rektor di lingkungan Unsoed
7. Para Dekan Fakultas di lingkungan Unsoed
8. Ketua LP3M Unsoed
9. Kepala Biro Adm. Umum dan Keuangan Unsoed
10. Kepala Bagian Kepegawaian Unsoed
11. Kepala Bagian Umum
12. Ketua Tim Penilai Angka Kredit Unsoed

Ditetapkan di : Purwokerto
Pada tanggal : 2 Maret 2016



Lampiran : Surat Keputusan Ketua LPPM Universitas Jenderal Soedirman
 Nomor Kept. : 1919/UN23.14/PN.01.00/2015 tanggal 2 Maret 2016
 Pelaksana Penelitian Kompetensi
 Universitas Jenderal Soedirman Tahun Anggaran 2016

No	Personalia	Jabatan	Judul Penelitian	Dana Disetujui (Rp)	Fakultas
1	Karseno, SP, MP, Ph.D Dra. Erminawati, M.Sc., Ph.D Ir. Retno Setyowati, MP	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Pengembangan Pengawet Nira Alami Instan dan Aplikasinya pada Produksi Gula Kelapa Organik	100.000.000	Pertanian
2	Prof. Ir. Totok Agung DH, MP, Ph.D Agus Riyanto, SP, M.Si. Dyah Susanti, SP, MP	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Introgenasi Karakter Kualitas Hasil Varietas Basmati Ke Varietas Unggul Nasional Guna Perakitan Varietas Unggul Padi Berdaya Hasil Dan Berkualitas Hasil Tinggi	125.000.000	Pertanian
3	Dr. Ir. Wiludjeng Trisasiwi, MP Gunawan Wijonarko, SP, MP Ir. Agus Margiwiyatno, MS, Ph.D	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Optimasi Proses Hidrolisis dan Fermentasi Bioetanol Berbahan Baku Selulosa dari Pelepah Nipah	125.000.000	Pertanian
4	Prof. Dr. Ir. Suwanto, M.S. Ahadiyat Yugi Rahayu, S.P., M.Si.D.Teck.Sc. Siti Nurchasanah, S.P., M.Si.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Studi Fisiologi dan Perakitan Genotipe " <i>Green Super Rice</i> " (Genotipe Padi Potensi Hasil Tinggi, Efisien Hara dan Hemat Air)	112.000.000	Pertanian
5	Prof. Dr. Rifda Naufalin, S.P., M.Si. Prof.Dr.Ir. Herastuti Sri Rukmini, M.S.	Ketua Tim Anggota Peneliti	<i>Coating Antimikroba</i> Ramah Lingkungan Berbahan Ekstrak Kecombrang (<i>Nicolaia Speciosa Horan</i>) dan Penerapannya Pada Produk Pangan	112.000.000	Pertanian
6	Prof. Dra.Endang Srimurni Kusmintarsih, SU, Ph.D Dr. Dra.Suhestri Suryaningsih, M.S. Drs. Hery Pratiknyo, M.Si.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Deteksi <i>Serotype Virus Dengue</i> dengan <i>Reverse Transcription - Polymerase Chain Reaction</i> dan Gambaran Hematologis pada Penderita Demam Berdarah Dengue di Kabupaten Banyumas.	112.000.000	Biologi
7	Prof. Dr. Ismoyowati, S.Pt., MP Dr. Ir. Elly Tugiyanti, MP Dr. Ir. Mochamad Mufti, M.Si.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	SNP (Single Nucleotide Polymorphism) Gen Pertumbuhan dan Asosiasinya dengan Karakteristik Produksi Daging dan Perlemakan sebagai Dasar Seleksi pada Entok (<i>Cairina Moschata</i>)	125.000.000	Peternakan
8	Dr. Ir. Sri Rahayu, M.Si. Prof. Dr. Ir. Wardhana Suryapratama, MS Dr. Ir. Muhamad Bata, MS	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Optimalisasi Enzim Ezim Keratinolitik Dalam Larutan Pencuci dan Evaluasinya Pada Pangan Berkeratin	125.000.000	Peternakan

9	Dr. Ir. Dattadewi Purwantini, M.S. Prof. Dr. Ismoyowati, S.Pt.MP Setya Agus Santosa, S.Pt., MP.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Penetapan Karakteristik Genetik Berbasis <i>Single Nucleotide Polimorfisms</i> (SNP) Terkait dengan Sifat Produksi sebagai Dasar Seleksi pada Itik Lokal Indonesia	112.000.000	Peternakan
10	Prof. Dr. Ir. Akhmad Sodik, M.Sc.Agr. Dr. Yusmi Nur Wakhidati, S.Pt., M.Si. Ir. Pambudi Yuwono, M.Sc.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Pengembangan Klaster Sapi Potong untuk Program Nasional Percepatan Pencapaian Swasembada Daging Sapi	112.000.000	Peternakan
11	Dr. Ir. Ning Iriyanti, M.P. Prof. Drs. Agus Irianto, M.Sc., Ph.D. Dr. Ir. Bambang Hartoyo, M.Si.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	<i>Sinbiotik Phytobiotik Isolat Indigenus</i> untuk Imunomodulator dan Aplikasinya dalam Meningkatkan Kualitas Daging dan Telur Itik	112.000.000	Peternakan
12	Dr. Ir. Caribu Hadi Prayitno, M.P. Ir. Suwarno, M.Sc., Ph.D. Dr. Ir. Yusuf Subagyo, M.P.Sc.Agr.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Peningkatan Produksi Susu Sapi Perah Melalui <i>Inhibisi Methanogenesis</i> dengan Suplementasi Ekstrak Kulit Bawang Putih dan Mineral Organik dalam Pakan	112.000.000	Peternakan
13	Prof. Tri Lisiani Prihatinah, S.H., M.A., Ph.D. Dr. Isplancius, S.H., M.Hum. Haedah Faradz, S.H., M.H.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Model Terpadu Pemenuhan Nafkah Sebagai Upaya Perlindungan Hukum Terhadap Anak Pasca Perceraian.	112.000.000	Hukum
14	Prof. Dr. Hibnu Nugroho, S.H., M.H. Prof. Dr. Agus Raharjo, S.H., M.Hum. Pranoto, S.H., M.H.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Studi Tentang Optimalisasi Pencegahan dan Pemberantasan Tindak Pidana Korupsi Dalam Upaya menuju Indonesia Bebas Korupsi	100.000.000	Hukum
15	Prof. Dr. Imam Santosa, M.Si. Dr. Ir. Agus Suyanto, SU	Ketua Tim Anggota Peneliti	Model Pemberdayaan Masyarakat Desa Kawasan Agrowisata Melalui Penguatan Kelembagaan Lokal Dalam Usaha Produktif Mix Farming	100.000.000	ISIP
16	Dr. Eng. Suroso, ST, M.Eng. Dr. Abdullah Nur Aziz, S.Si., M.Si.	Ketua Tim Anggota Peneliti	Pengembangan Multilevel Inverter Jenis Sumber Tegangan Yang Hanya Memerlukan Satu Sumber DC	125.000.000	Teknik
17	Dr. Ing. R. Wahyu Widanarto, S.Si., M.Si. Dr. Eng. Mukhtar Effendi, S.Si., M.Eng.	Ketua Tim Anggota Peneliti	Pengembangan Barium RE-tipe Ferit Alam Sebagai Penyerap Gelombang Mikro	125.000.000	MIPA
18	Dr. Endang Hilmi, S.Hut., M.Si. Dr. Agung Dhamar Syakti, DEA Drs. Asrul Sahri Siregar, M.Si.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Strategi Konservasi Pesisir dan Mangrove Terhadap Ancaman Tsunami, Pencemaran dan Kemampuan untuk Menyerap Karbon (Sinkers Karbon)	100.000.000	Perikanan dan Ilmu Kelautan
19	Yunita Sari, S.Kep., Ns., M.HS., Ph.D. ✓ Dr. Eman Sutrisna, M.Kes. Hartono, S.Si., M.Si.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Potensi Alat Vibrasi Frekuensi Rendah Portable Dengan Harga Terjangkau Untuk Mempercepat Penyembuhan Luka Diabetes	112.000.000	Ilmu-ilmu Kesehatan

20	Dr. Ir. Hery Winarsi, M.S. Dr. Hernayanti, M.Si.	Ketua Tim Anggota Peneliti I Anggota Peneliti II	Antioksidan Ekstrak Rimpang Kapulaga (<i>Amomum Cardomomum</i>) Sebagai Ingredien Minuman Fungsional Yang Berpotensi <i>Antiaterosklerosis</i> Yang Terekspresi Dalam Biomarker IL-6, C-RP, dan LDL-OX	112.000.000	Ilmu-ilmu Kesehatan
----	---	--	--	-------------	------------------------



SUWARTO

NIP. 19600505 198601 1 002

**LAPORAN AKHIR
HIBAH KOMPETENSI
TAHUN KEDUA**



**POTENSI ALAT VIBRASI FREKUENSI RENDAH *PORTABLE* DENGAN HARGA
TERJANGKAU UNTUK MEMPERCEPAT
PENYEMBUHAN LUKA DIABETES**

OLEH :

Yunita Sari S. Kep., Ns., MHS., Ph. D

0019068101

Dr.dr.Eman Sutrisna, M.Kes

0027027504

Hartono, S.Si., M.Si.

0006067004

UNIVERSITAS JENDERAL SOEDIRMAN

PURWOKERTO

OKTOBER 2016

HALAMAN PENGESAHAN

Judul

POTENSI ALAT VIBRASI FREKUENSI RENDAH
PORTABLE DENGAN HARGA TERJANGKAU
UNTUK MEMPERCEPAT PENYEMBUHAN LUKA
DIABETES

Peneliti/Pelaksana

Nama Lengkap

: YUNITA SARI S.Kep., Ns., MHS., Ph.D

Perguruan Tinggi

: Universitas Jenderal Soedirman

NIDN

: 0019068101

Jabatan Fungsional

: Asisten Ahli

Program Studi

: Ilmu Keperawatan

Nomor HP

: 085747134938

Alamat surel (e-mail)

: sasa.yunita@gmail.com

Anggota (1)

Nama Lengkap

: dr. EMAN SUTRISNA M.Kes

NIDN

: 0027027504

Perguruan Tinggi

: Universitas Jenderal Soedirman

Anggota (2)

Nama Lengkap

: HARTONO M.Si

NIDN

: 0006067004

Perguruan Tinggi

: Universitas Jenderal Soedirman

Institusi Mitra (jika ada)

Nama Institusi Mitra

: -

Alamat

: -

Penanggung Jawab

: -

Tahun Pelaksanaan

: Tahun ke 2 dari rencana 3 tahun

Biaya Tahun Berjalan

: Rp 112.000.000,00

Biaya Keseluruhan

: Rp 450.000.000,00



Purwokerto, 25 - 10 - 2016
Ketua,

(Signature)

(YUNITA SARI S.Kep., Ns., MHS., Ph.D)
NIP/NIK 198106192005012002



DAFTAR ISI

Halaman Judul		i
Halaman Pengesahan		ii
Daftar isi		iii
Ringkasan		iv
Bab I. Pendahuluan		1
Bab II. Uraian Kegiatan		6
Bab III. Metode penelitian		12
Bab IV. Hasil yang sudah dicapai		27
BAB V. Rencana selanjutnya		29
Daftar pustaka dan Lampiran		

RINGKASAN

Indonesia menempati urutan ke-7 terbesar dalam jumlah penderita diabetes melitus (DM) di dunia. Komplikasi utama yang paling menakutkan bagi pasien DM adalah luka diabetes, karena dapat mengakibatkan terjadinya amputasi kaki (pemotongan kaki). Luka diabetes juga mengakibatkan penurunan kualitas hidup penderita, pengeluaran biaya perawatan yang besar, infeksi dan bahkan kematian. Walaupun luka Diabetes sudah menjadi masalah yang besar di Indonesia, namun sampai saat ini belum ada terapi andalan yang dapat dipakai untuk mempercepat penyembuhan luka DM di Indonesia. Penelitian terdahulu oleh peneliti membuktikan bahwa vibrasi frekuensi rendah dapat meningkatkan aliran darah sehingga efektif untuk penyembuhan luka dekubitus (luka akibat berbaring terlalu lama ditempat tidur). Namun sayangnya belum ada penelitian yang menguji tentang efek alat vibrasi terhadap jaringan dalam pada luka diabetes. Pada tahun pertama, peneliti telah berhasil membuat alat vibrasi untuk subyek hewan dan manusia, serta melakukan uji coba pada hewan pada frekuensi 40 Hz selama 10 menit. Hasil penelitian tahun pertama menunjukkan bahwa vibrasi pada frekuensi 40 Hz dapat menurunkan inflamasi, meningkatkan granulasi, menurunkan nekrosis serta dapat mempercepat reepitelisasi. Namun saat ini berapa rentang frekuensi yang optimal untuk penyembuhan luka diabetes belum diketahui. Apabila rentang frekuensi yang optimal tidak diketahui, hal ini dapat mengakibatkan pemberian frekuensi yang terlalu besar pada subyek manusia. Padahal pemberian frekuensi vibrasi yang terlalu besar dapat mengakibatkan kerusakan jaringan. Oleh karena itu tujuan dari penelitian tahun kedua ini adalah untuk menentukan besar frekuensi vibrasi yang optimal untuk penyembuhan luka diabetes. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen pada tikus diabetes dan quasy experiment pada manusia. Pada tahun kedua, peneliti akan menggunakan subyek tikus. Frekuensi vibrasi sebesar 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, dan 300 Hz akan diperbandingkan. Hasil makroskopis dan mikroskopis akan diperbandingkan antar kelompok. Ukuran luka akan dianalisis dengan menggunakan uji ANNOVA. Tingkat inflamasi dan reepitelisasi akan dianalisis menggunakan pewarnaan Hematoksilin dan Eosin. Penelitian tahun kedua ini diharapkan dapat menemukan frekuensi yang optimal untuk penyembuhan luka diabetes. Untuk tahun selanjutnya, diharapkan tekanan yang optimal sudah didapat sehingga dapat diujicobakan pada manusia. Luaran pada tahun kedua adalah buku dan paten, dan artikel di jurnal nasional terakreditasi, dan luaran pada tahun ketiga adalah artikel di jurnal internasional.

Keyword : diabetes, luka, penyembuhan, vibrasi

BAB I. PENDAHULUAN

a. Latar belakang

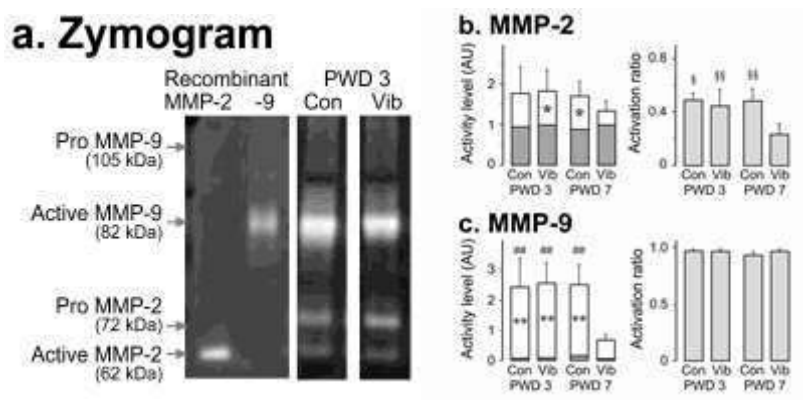
Diabetes melitus (DM) adalah penyakit metabolik yang dikarakteristikan dengan peningkatan kadar gula darah melebihi batas normal. (Smeltzer, et al, 2001). Diabetes Melitus saat ini merupakan ancaman yang serius bagi kesehatan manusia di dunia. Organisasi Kesehatan Dunia menyatakan prevalensi DM di dunia pada tahun 2011 adalah sekitar 366 juta, dan diperkirakan akan menjadi 522 juta pada tahun 2030 (IDF, 2005). Di Indonesia, penderita DM juga mengalami peningkatan yang signifikan, yaitu 8,4 juta jiwa pada tahun 2000, dan meningkat menjadi 14,7 juta jiwa pada tahun 2006. Diperkirakan pada tahun 2030, jumlah penderita DM di Indonesia akan meningkat menjadi dua sampai tiga kali dari jumlah di tahun 2006. WHO menyatakan bahwa Indonesia menempati urutan ke-6 terbesar dalam jumlah penderita DM di dunia (Waspadji, 2006).

Salah satu komplikasi yang paling sering terjadi pada pasien DM adalah luka diabetes. Menurut data dari *International Diabetic foot/IDF* (2005), luka diabetes adalah penyebab utama dari amputasi ekstremitas bawah pada penderita DM. Bowker (2008) menyatakan bahwa pasien DM memiliki resiko amputasi sebesar 15-40 kali lipat dibandingkan dengan pasien bukan DM. Diperkirakan ada lebih satu juta amputasi di dunia pertahun karena luka diabetes. Di Indonesia, 30 % dari penderita DM pernah mengalami amputasi kaki karena luka kaki diabetes (Waspadji, 2006).

Banyak terapi dilakukan untuk meningkatkan penyembuhan luka diabetes. Diantaranya adalah perawatan luka dengan balutan luka yang lembab. Namun, terapi ini sering gagal, terutama pada luka yang lebar dan eksudat yang banyak. Terapi yang lain adalah terapi dengan menggunakan *growth factor* seperti FGF, PDGF, and EGF (Loot et.al, 2002). Namun terapi ini kurang efektif pada luka yang parah karena terapi ini tergantung pada kerja dari reseptor-reseptor yang masih ada di luka. Namun, reseptor-reseptor ini telah mengalami penurunan pada luka diabetes. Menurut penelitian terdahulu, gangguan penyembuhan luka DM sebagian besar disebabkan karena adanya gangguan aliran darah ke daerah luka (Mc Lennan, 2006). Adanya penurunan aliran darah ini akan menghambat proses *angiogenesis*, yang akhirnya berpengaruh pada proses inflamasi dan proliferasi, berakibat pada memanjangnya waktu penutupan luka

(White,2007). Oleh karena itu diperlukan terapi yang dapat meningkatkan aliran darah pada pasien dengan luka DM.

Beberapa dekade terakhir, vibrasi frekuensi rendah telah terbukti dapat meningkatkan aliran darah, dan banyak digunakan untuk tujuan kesehatan. Apabila diberikan pada frekuensi rendah, vibrasi juga dapat menurunkan resiko fraktur tulang, penurunan gangguan otot, peningkatan kekuatan otot, perbaikan aliran cairan kaki, peningkatan proliferasi kondrosit dan lain-lain. (Gusy, 2006; Roulants, 2004; Kaupp, 2008). Penelitian dari peneliti (Sari, 2011) juga membuktikan bahwa vibrasi juga terbukti efektif dalam penyembuhan luka dekubitus (luka akibat berbaring terlalu lama di tempat tidur) karena dapat meningkatkan aliran darah pada daerah luka. Peneliti juga menemukan bahwa vibrasi dapat menurunkan aktivasi matrix metalloproteinase (MMP)-2 dan ekspresi MMP-9 yang dapat mendegradasi protein pada luka seperti yang tertera dalam gambar 1 (Sari, 2014).



Gambar 1. Vibrasi dapat menurunkan aktivasi MMP-2 dan MMP-9 (Sari et al, 2014).

Penelitian peneliti juga membuktikan bahwa vibrasi juga dapat menurunkan hipoksia jaringan, dan persentase jaringan nekrotik (Sari, 2012). Dibawah ini adalah salah satu hasil penelitian peneliti bahwa vibrasi frekuensi rendah (45 Hz) selama 2 minggu aplikasi dapat menurunkan jaringan nekrotik pada luka dekubitus pada hewan coba (Sari, 2012).



Gambar 2. Perbandingan luka yang diberi vibrasi (atas) dan tidak diberi vibrasi

Pada penelitian diatas, peneliti menguji efek vibrasi fruekensi rendah pada luka dekubitus. Luka dekubitus memiliki patofisiologi yang berbeda dengan luka diabetes, namun gangguan aliran darah juga terjadi pada kedua luka ini dan menjadi penyebab sulitnya kedua luka ini untuk menyembuh. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terapi vibrasi fruekensi rendah memiliki potensi sebagai alat yang dapat mempercepat penyembuhan luka diabetes. Penelitian terbaru oleh peneliti lain, Syabariyah (2013) yang juga menggunakan alat vibrasi yang sama dengan yang digunakan oleh peneliti (Sari, 2011;2012;2014) menemukan bahwa alat vibrasi fruekensi rendah dapat mempercepat penutupan luka DM pada pasien. Namun, alat vibrasi untuk penyembuhan luka yang selama ini digunakan untuk penelitian ini harganya sangat mahal dan hanya ada di luar negeri, serta saat ini tidak dipasarkan di Indonesia. Menurut pengalaman peneliti selama praktek di Rumah Sakit Universitas Tokyo, Jepang, ukuran dari alat vibrasi ini juga relatif besar sehingga kurang praktis dalam penggunaannya serta tidak mudah untuk dibawa kemana-mana oleh pasien. Dalam penelitian tahun pertama, peneliti telah berhasil membuat alat vibrasi pada hewan coba dan pada manusia. Hasil penelitian pada tahun pertama juga menunjukkan bahwa vibrasi 40 Hz selama 10 menit dapat menurunkan inflamasi, meningkatkan jaringan granulasi, menurunkan jaringan nekrotik, dan mempercepat reepitelisasi. Namun saat ini berapa rentang fruekensi yang optimal untuk penyembuhan luka diabetes belum diketahui. Apabila rentang fruekensi yang optimal belum diketahui, hal ini dapat mengakibatkan pemberian fruekensi yang terlalu besar pada subyek manusia. Padahal pemberian fruekensi vibrasi yang terlalu besar dapat mengakibatkan kerusakan jaringan. Oleh karena itu tujuan dari penelitian tahun kedua ini adalah untuk menentukan besar fruekensi vibrasi yang optimal untuk penyembuhan luka diabetes.

b. Rumusan masalah

Berapakah rentang fruekensi vibrasi yang optimal bagi penyembuhan luka diabetes ?

c. Tujuan penelitian

Penelitian tahun kedua ini bertujuan untuk menentukan rentang frekuensi vibrasi yang optimal bagi penyembuhan luka diabetes.

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah untuk:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh vibrasi 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, dan 300 Hz terhadap gambaran makroskopis luka diabetes pada hewan coba
- 2) Untuk mengetahui pengaruh vibrasi 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, dan 300 Hz terhadap gambaran mikroskopis luka diabetes pada hewan coba
- 3) Untuk membandingkan pengaruh vibrasi 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, dan 300 Hz terhadap gambaran makroskopis dan mikroskopis luka diabetes pada hewan coba

d. Penerapan hasil penelitian

Manfaat dari penelitian tahun kedua adalah didapatkannya *evidence* mengenai rentang frekuensi yang optimal untuk penyembuhan luka diabetes. Manfaat keseluruhan dari penelitian ini adalah tersedianya alat vibrasi frekuensi rendah yang *portable* dengan bahan dasar yang tersedia di Indonesia, yang terbukti mampu mempercepat penyembuhan luka diabetes, dengan harga yang terjangkau serta ukuran yang praktis, serta cara kerja yang berbeda dengan alat yang sudah ada (tidak membuat getaran pada seluruh tubuh namun hanya pada area yang luka), untuk dapat dipakai di rumah, klinik perawatan luka, atau rumah sakit. Sehingga diharapkan angka amputasi karena luka diabetes yang tidak menyembuh dapat menurun.

e. Luaran Penelitian

Luaran penelitian yang ingin dicapai pada tahun kedua adalah paten alat vibrasi frekuensi rendah yang kami buat, yang dapat digunakan untuk pasien dengan luka diabetes di rumah /di klinik luka DM, buku, publikasi di jurnal nasional terakreditasi. Sedangkan luaran pada tahun ketiga adalah publikasi artikel ilmiah di jurnal internasional.

.

f. Kontribusi terhadap ilmu pengetahuan.

Meningkatnya prevalensi penderita DM di dunia dan juga di Indonesia diikuti dengan meningkatnya komplikasi akibat DM (Waspadji, 2006). Komplikasi yang paling sering terjadi akibat DM adalah luka diabetes. Data dari RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo untuk pasien rawat inap periode september 2010 sampai dengan 30 November 2010 menunjukkan bahwa sebesar 57, 32 % pasien menderita luka diabetes. Di Indonesia, 30 % pasien yang menderita DM pernah diamputasi dalam hidupnya (Waspadji, 2006). Sekali pasien pernah diamputasi, resiko untuk amputasi lain dalam 1-3 tahun kedepan adalah sebesar 30-50 % (Waspadji, 2006). Melihat besarnya dampak yang dapat disebabkan oleh luka diabetes, perlu sekali adanya terapi luka untuk dapat mempercepat penyembuhan luka pada penderita DM.

Penelitian terdahulu menemukan bahwa vibrasi dapat meningkatkan aliran darah dan mempercepat laju penutupan luka pada pasien dengan luka DM (Sari, 2011; 2012, 2014; Arashi, 2012, Syabariyah, 2013). Namun sayangnya alat ini belum terdapat di Indonesia. Selain itu alat ini hanya dijual di luar negeri dan harganya mahal untuk pasar di Indonesia. Dari sisi kepraktisan, alat ini memiliki ukuran yang relatif besar sehingga tidak praktis untuk dibawa kemana-mana. Oleh karena itu kami berencana untuk membuat alat penanganan luka diabetes dengan basis yang sama, namun dengan harga yang terjangkau bagi masyarakat Indonesia pada umumnya.

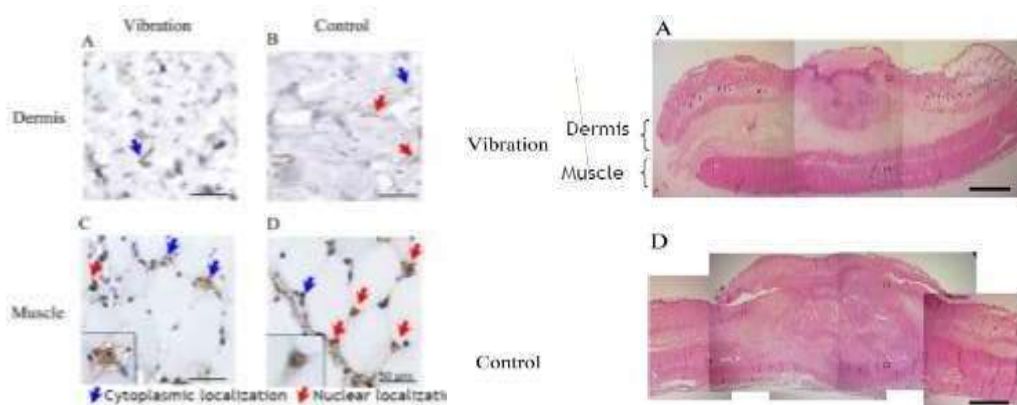
Sampai saat ini, penelitian tentang efek vibrasi frekuensi rendah hanya dilakukan pada subjek manusia (Syabariyah, 2012), namun penelitian tersebut tidak menggunakan hewan coba, sehingga belum ada *evidence* yang kuat tentang efek vibrasi terhadap luka DM di bagian dalam. Dalam bidang penyembuhan luka, luka mungkin sudah menutup pada bagian luar, namun jaringan dalamnya masih rapuh. Oleh karena itu, dalam penelitian ini, kami akan membuat alat vibrasi dan mencobanya pada hewan coba terlebih dahulu dengan menggunakan indikator-indikator yang terpercaya didalam evaluasi penyembuhan luka, sehingga data yang didapatkan akan mampu memberikan pengetahuan yang besar dan original, tidak hanya bagi peneliti, namun bagi para klinisi di Rumah sakit.

Dari sisi aplikatif, alat ini akan menjadi alat yang praktis dan efisien untuk digunakan di rumah atau di klinik, selain itu memiliki harga yang terjangkau masyarakat luas. Diharapkan angka amputasi karena luka yang tidak menyembuh dapat menurun di Indonesia.

BAB 2. URAIAN KEGIATAN

a. Peta jalan penelitian

Peneliti telah melakukan penelitian terkait dengan efek vibrasi terhadap luka dekubitus selama 6 tahun terakhir. Hasil yang diperoleh oleh peneliti bahwa vibrasi frekuensi rendah dapat menurunkan hipoksia (gambar 1), menurunkan aktivasi MMP-2 dan -9 yang berperan dalam degradasi lapisan ekstraseluler di dermis dan otot (gambar 2), dan menurunkan persentase lapisan kulit yang mengalami nekrosis (gambar 3).



Gambar 3. Penurunan hipoksia dan nekrotik dan inflamasi

Hasil penelitian dari peneliti membuktikan bahwa vibrasi dapat meningkatkan aliran darah dibuktikan dengan penurunan hipoksia dan penurunan jaringan nekrotik (Sari, 2012). Penelitian di klinis juga membuktikan bahwa vibrasi frekuensi rendah dapat mempercepat penyembuhan luka pada stadium luka tekan derajat I (Arashi, 2012). Penelitian lain juga membuktikan bahwa vibrasi pada frekuensi rendah memiliki efek yang positif pada tubuh yaitu peningkatan kekuatan otot, penurunan resiko fraktur tulang, perbaikan aliran cairan (Gusi, 2006; Stewart, 2005). Saat ini di luar negeri sudah ada vibrasi yang digunakan di setting klinis. Namun alatnya berukuran cukup besar dan tidak praktis bila akan dibawa kemana-mana, dan harganya sangat mahal. Penelitian terbaru oleh Syabariyyah (2013) mencoba menggunakan alat vibrasi produk luar negeri pada luka DM, namun penelitian ini hanya mengukur laju pertumbuhan penyembuhan dari luka pasien, sehingga perubahan mikroskopis yang terjadi didalam jaringan saat ini tidak diketahui. Perlu adanya penelitian dengan menggunakan hewan coba untuk meneliti efek vibrasi terhadap jaringan, sebelum mengaplikasikan pada subyek manusia. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk

membuat vibrasi frekuensi rendah yang terjangkau masyarakat Indonesia, dan ukuran yang praktis sehingga mudah untuk dibawa kemana-mana.

b. Uraian kegiatan yang telah dan akan dilakukan

Selama lima tahun ini peneliti telah menemukan *evidence* bahwa vibrasi frekuensi rendah dapat digunakan untuk mempercepat luka dekubitus. Pada penelitian ini peneliti akan menguji efektivitas vibrasi terhadap luka diabetes. Sebelum mengaplikasikan pada manusia, peneliti akan terlebih dahulu mengevaluasi efek dari vibrasi frekuensi rendah terhadap tikus diabetes. Pada penelitian tahun pertama (tahun 2015) peneliti sudah berhasil membuat alat vibrasi untuk subyek tikus dan subyek manusia. Peneliti juga sudah memperoleh *evidence* bahwa frekuensi 40 Hz selama 10 menit dapat mempercepat penyembuhan luka diabetes. Namun rentang frekuensi yang optimal untuk penyembuhan luka diabetes belum diketahui.

c. Kebaruan atau originalitas dari penelitian ini

Sampai saat ini belum ada penelitian yang dapat memberikan *evidence* secara mikroskopik tentang efek vibrasi terhadap jaringan dalam. Penelitian yang dilakukan oleh Syabariyyah (2010) menggunakan alat vibrasi produksi luar negeri dan menguji pada kecepatan penyembuhan lukanya, namun karena tidak meneliti efeknya didalam jaringan, maka sampai saat ini efek vibrasi terhadap jaringan yang mengalami diabetes belum diketahui. Dalam penelitian ini, kami akan membuat alat vibrasi baru berdasarkan hasil penelitian pada hewan. Kami akan membuat alat yang lebih kecil, praktis, dan desain baru yang tidak perlu ditempatkan dibawah matras, sehingga dapat membuat pasien lebih nyaman. Hasil penelitian kami akan memberikan *evidence* baru tentang efek dari vibrasi frekuensi rendah terhadap penyembuhan luka diabetes secara mikroskopis pada hewan dan secara makroskopis pada manusia.

d. Pustaka acuan

Luka diabetes merupakan komplikasi utama dari penyakit DM yang sering terjadi di kaki (Armstrong & Lawrence, 1998). Definisi dari luka diabetes adalah penetrasi dari bagian kulit dermis pada penderita diabetes (IDF, 2005). Luka diabetes adalah penyebab amputasi ekstremitas bawah yang terbanyak di dunia. Resiko amputasi ekstremitas bawah pada penderita diabetes adalah 15-46 kali lebih besar pada pasien DM bila dibandingkan dengan pasien tanpa DM. *International Diabetic Foot* menyatakan ada satu amputasi di dunia setiap 20 detik. Di Indonesia, 30 % pasien yang menderita DM pernah diamputasi

dalam hidupnya (Waspadji, 2006). Sekali pasien pernah diamputasi, resiko untuk amputasi lain dalam 1-3 tahun kedepan adalah sebesar 30-50 % (Waspadji, 2006). Kebanyakan dari amputasi ini disebabkan karena kegagalan luka diabetes untuk menyembuh.

Fase penyembuhan luka diabetes berbeda dengan penyembuhan luka yang normal. Fase penyembuhan luka yang normal meliputi 4 fase yaitu hemostasis, inflamasi, proliferasi, dan *remodelling*. Sedangkan pada luka diabetes, terjadi perpanjangan fase inflamasi. Perpanjangan fase inflamasi menyebabkan luka sulit untuk memasuki fase proliferasi sehingga terjadi gangguan pembentukan jaringan granulasi (Schultz dkk, 2005).

Selama fase proliferasi yang normal, terdapat pertumbuhan kapiler darah yang baru di daerah luka yang disebut dengan angiogenesis. Angiogenesis pada luka merupakan bagian penting dari fase proliferasi yang menghasilkan jaringan granulasi. Penyembuhan luka tidak akan terjadi tanpa angiogenesis (Auerbach dkk, 1991). Selain untuk mengatasi kerusakan pembuluh darah, angiogenesis juga berperan penting untuk mensuplai nutrisi dan oksigen ke area luka. Hal ini sangat penting karena selama proses penyembuhan akan ada peningkatan aktivitas lokal sel-sel di daerah luka membutuhkan asupan nutrisi dan oksigen yang lebih dari biasa (Ezra DB, 1987). Pada luka diabetes, terjadi penurunan proliferasi, sehingga aktivitas angiogenesis juga terganggu. Aktivitas angiogenesis ini menyebabkan gangguan pada proses penyembuhan luka. Keterbatasan penetrasi pembuluh darah yang baru menuju luka akan membatasi masuknya sel-sel inflamasi yang sangat dibutuhkan untuk melawan infeksi bakteri. Selain itu terganggunya proses angiogenesis bisa menyebabkan menurunnya asupan oksigen ke area luka (Muhammad dkk, 2008).

Luka diabetes biasanya ditandai dengan peningkatan jumlah eksudat. Eksudat yang berlebihan pada luka diabetes disebabkan karena adanya fase inflamasi yang memanjang dan peningkatan jumlah bakteri pada luka sehingga mengakibatkan tidak terkontrolnya mediator inflamasi pada luka. Mediator inflamasi ini dapat meningkatkan permeabilitas vaskular, dan pada akhirnya mengakibatkan peningkatan cairan luka (eksudat). Eksudat yang berlebihan dapat mengakibatkan maserasi pada kulit sekitar luka, menghambat jaringan granulasi dan epitelialisasi. Oleh karena itu manajemen utama dari luka diabetes meliputi manajemen eksudat, dan kontrol bakteri (Schultz, 2005).

Penelitian terdahulu menyatakan bahwa vibrasi memiliki efek dapat meningkatkan aliran darah. Nakagami et al (2007) menguji efek vibrasi 47 Hz dapat menginduksi vasodilatasi pembuluh darah dan meningkatkan aliran darah pada hewan coba. Malloney-

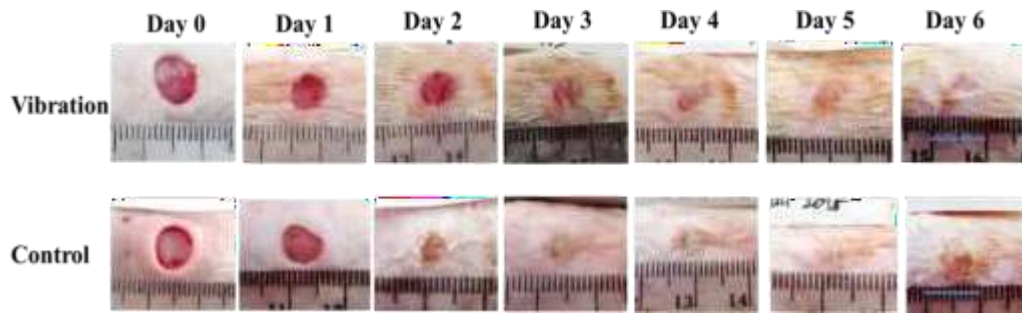
Hinds, et al (2008) membandingkan antara vibrasi 30 dan 50 Hz pada lengan penderita yang sehat, dan hasil penelitiannya membuktikan bahwa terdapat peningkatan aliran darah pada kedua kondisi, namun terdapat peningkatan aliran darah pada 50 Hz dibandingkan pada 30 Hz. Penelitian lain juga menemukan bahwa vibrasi dapat meningkatkan aliran darah kaki pada dewasa muda dan wanita perimenopause (Kerschan, et.al., 2001; Stewart, et.al., 2005; Lohman, et.al., 2007; Lythgo, et.al., 2009), peningkatan masa tulang, dan peningkatan berat otot dan kekuatan mass (Boso, et.al., 1999; Cardinale, et.al., 2005; Nordlun; et.al., 2007; Merriman, et.al., 2009; Prisby, et.al., 2009; Rauch, et.al., 2009; Wilcock, et.al., 2009).

Terkait dengan efek vibrasi pada penyembuhan luka, penelitian terdahulu pada subyek manusia dengan luka tekan, terbukti vibrasi mampu mempercepat penyembuhan luka tekan (Arashi, 2010). Terapi luka dengan vibrasi merupakan metode non-invasif dalam penanganan luka dengan menempatkan alat vibrasi di bawah matras (tempat tidur). Dalam penelitian tersebut, peneliti menggunakan alat dalam gambar dibawah, dan memberikan vibrasi 47 hz selama 15 menit selama tiga kali sehari. Vibrasi dapat meningkatkan penyembuhan luka tekan dibanding dengan kontrol. Dibawah ini gambar vibrasi yang digunakan diseting klinis dirumah sakit.

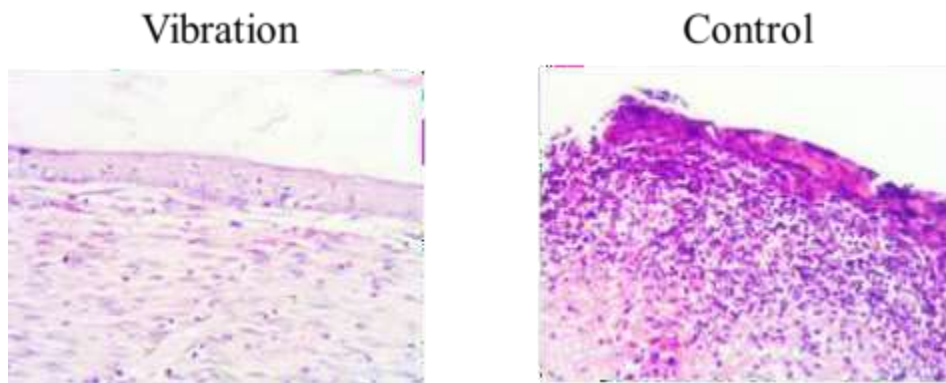


Gambar 4. Alat vibrasi yang digunakan diluar negeri

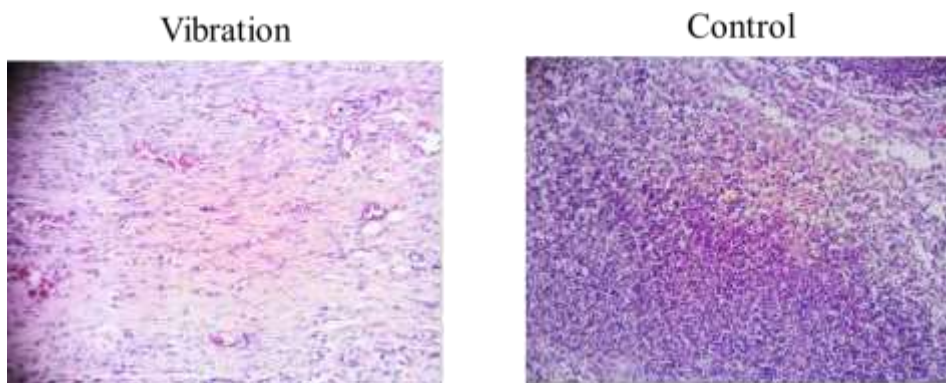
Penelitian yang dihasilkan oleh peneliti (Sari, 2012) menemukan bahwa vibrasi frekuensi rendah dapat mempercepat penyembuhan luka dengan cara menurunkan hipoksia jaringan, menurunkan aktivasi MMP-2 dan ekspresi MMP-9. Penelitian peneliti juga membuktikan bahwa vibrasi dapat menurunkan persentase jaringan nekrotik (Sari, et al, 2014). Penelitian Syabariyyah (2013) juga menemukan bahwa vibrasi seperti gambar diatas dapat meningkatkan laju penutupan luka pada luka DM. Penelitian terbaru dari Sari (2015) menemukan bahwa vibrasi frekuensi 40 hz selama 10 menit dapat mempercepat penyembuhan luka diabetes pada hewan coba. Vibrasi frekuensi rendah terbukti dapat menurunkan jaringan nekrotik (gambar 5), menurunkan inflamasi pada epidermis dan dermis (Gambar 6 dan 7), dan mempercepat reepitelisasi (Gambar 8).



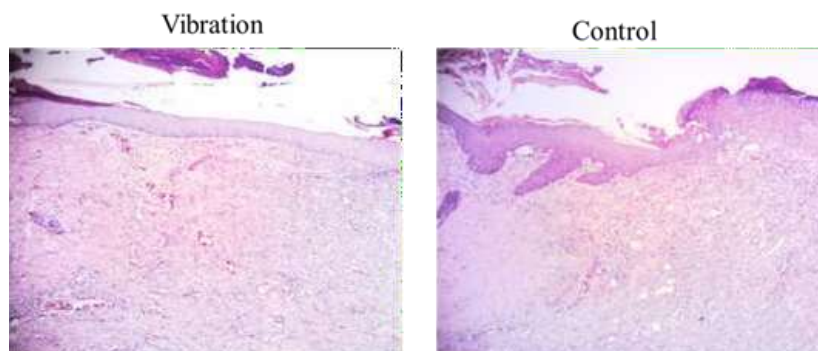
Gambar 5. Jaringan nekrotik pada kelompok vibrasi lebih sedikit dibanding kontrol (Sari, 2015).



Gambar 6. Inflamasi lebih sedikit pada epidermis pada kelompok yang diberi vibrasi (2015)



Gambar 7. Inflamasi lebih sedikit pada dermis pada kelompok yang diberi vibrasi (2015)



Gambar 8. Epitelisasi lebih panjang pada kelompok vibrasi dibandingkan kontrol (2015)

Apabila vibrasi diberikan dalam frekuensi tinggi, vibrasi dapat menyebabkan vasokonstriksi dari pembuluh darah (Bovenzi, et.al., 1991), terutama bila diberikan dalam jangka waktu yang lama (Lundstrom, et.al., 1984). Krajnak, et.al., (2009) memberikan vibrasi 125 Hz ke ekor tikus, dan hasilnya membuktikan adanya vasokonstriksi dari pembuluh darah. Hasil yang sama juga dinyatakan oleh Hughes, et.al., (2009) yang menyatakan bahwa vibrasi 125 Hz pada hewan coba (tikus) menyebabkan vasokonstriksi pembuluh darah, sehubungan dengan peningkatan ROS. Dari penelitian yang sudah ada, dapat disimpulkan bahwa vibrasi frekuensi rendah (kurang dari 100 Hz) dapat meningkatkan aliran darah. Namun vibrasi dengan frekuensi yang lebih besar (400-800 Hz) dapat mengakibatkan kerusakan sel (Sörensen and Burström 1997). Karena itu pemilihan rentang pemberian frekuensi vibrasi yang optimal sangat penting dalam pemberian terapi vibrasi.

BAB III. METODE PENELITIAN

Luaran hasil penelitian

Tahun I : paten

Tahun II : buku dan artikel di jurnal ilmiah terakreditasi

Tahun III : artikel di jurnal internasional

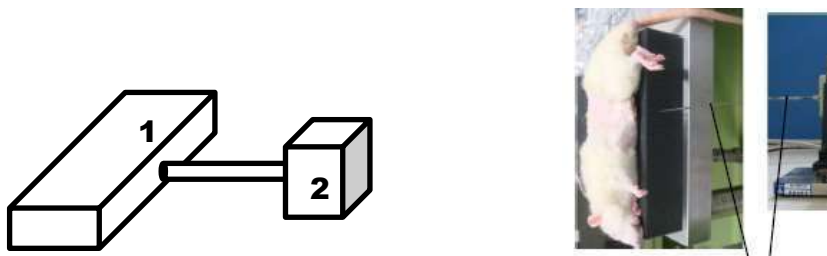
Luran penelitian ini akan dilakukan dengan urutan sebagai berikut :

- Membuat alat vibrasi untuk penelitian pada hewan
- Menguji coba pada luka yang dibuat pada hewan uji
- Menyempurnakan alat
- Menguji coba pada luka yang dibuat pada hewan uji untuk menentukan frekuensi yang optimal
- Menguji coba pada luka pasien diabetes

Detail dari metode diatas adalah sebagai berikut :

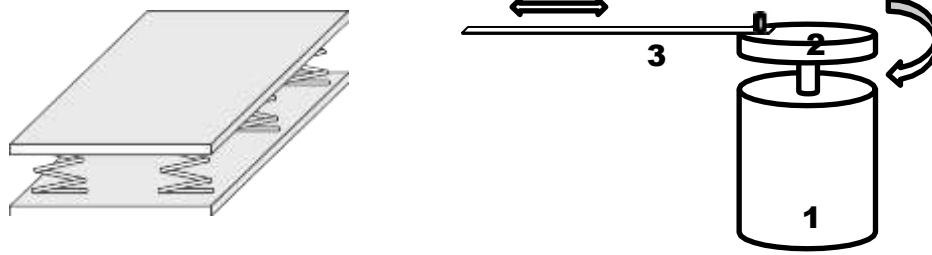
- Membuat alat vibrasi untuk penelitian pada hewan

Rancangan alat terapi getar 1. Bagian utama dari alat terapi getar adalah sumber getar dan papan getar. Sumber getar merupakan bagian yang berfungsi untuk membangkitkan getaran yang dapat diatur frekuensinya. Papan getar pasien adalah media untuk menempatkan hewan yang akan diterapi. Papan getar dan sumber getar dihubungkan menggunakan sebuah batang, sehingga getaran yang dihasilkan oleh sumber getar dapat tersalurkan ke papan getar. Susunan dari kedua bagian tersebut seperti gambar berikut:



Gambar susunan alat terapi getar. (1) papan getar (2) sumber getar

Papan getar dibuat menggunakan dua buah papan yang disusun berlapis. Papan bagian atas ditopang menggunakan pegas. Rancangan papan getar seperti pada gambar berikut:



Gambar papan getar pasien (kiri) dan sumber getar (kanan)

Sumber getar bekerja menggunakan sebuah motor DC. Bagian dari sumber getar:

1. Motor DC
2. Piringan Rotor
3. Lengan ayun

Prinsip kerja sumber getar ini adalah memanfaatkan lengan ayun yang salah satu ujungnya dikaitkan pada piringan rotor. Dengan demikian seiring dengan putaran dari motor DC akan menyebabkan lengan bergerak translasi. Lengan ayun ini selanjutnya akan dihubungkan dengan papan getar. Gerak translasi dari lengan ayun ini akan mengetarkan papan getar pasien dengan frekuensi getaran yang dapat diatur. Pengaturan frekuensi dilakukan melalui perubahan tegangan pada motor DC. Perubahan kecepatan putar dari motor akan merubah kecepatan gerak translasi yang pada akhirnya akan merubah frekuensi gerakan papan getar.

Pada penelitian tahun pertama, peneliti telah berhasil membuat alat vibrasi pada subyek hewan, seperti digambar dibawah (gambar 8)



Gambar 8. Alat vibrasi untuk subyek hewan (Sari, 2015)

Rancangan alat terapi getar 1. Rancangan alat terapi getar yang lain adalah alat yang dapat dipasang pada bagian tubuh pasien secara langsung. Rancangan alat ini menggunakan beberapa sumber getar yang dibangkitkan dari motor DC kecil yang dipasang pada manset seperti pada manset untuk pengukuran tekanan darah. Rancangan alat getar ini seperti pada gambar berikut:



Sumber getar berupa motor DC kecil yang dipasang beban tidak simetris pada porosnya. Putaran dari motor DC akan menimbulkan getaran pada motor tersebut akibat torsi yang tidak setimbang. Frekuensi getaran dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Pengaturan frekuensi dilakukan dengan bervariasi tegangan pada motor DC. Pada penelitian tahun pertama peneliti telah berhasil membuat alat vibrasi pada manusia, yaitu seperti digambar 9



Gambar 9. Alat vibrasi manusia (Sari, 2015)

b. Menguji coba pada luka yang dibuat pada hewan uji

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan desain eksperimen laboratorium pada tahap awal dengan pendekatan *post test only with control group design*. Sampel yang digunakan adalah tikus putih Sprague-Dawley jantan usia sekitar 7 minggu dengan kisaran berat badan 250-300 gram. Besar sampel ditentukan berdasar rumus dari WHO untuk subyek hewan, yaitu sebanyak 5 ekor. Pada penelitian ini jumlah sampel yang digunakan adalah 5 ekor tiap kelompok. Tikus dikelompokkan secara random menjadi 4 kelompok yaitu

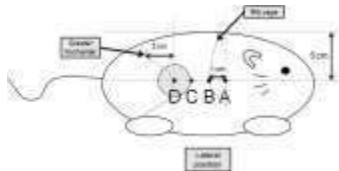
- a. Kelompok kontrol (luka dengan perawatan standar)
- b. Kelompok perlakuan I (luka + perawatan standar + vibrasi 40 Hz)
- c. Kelompok perlakuan III (luka + perawatan standar + vibrasi 106 Hz)
- d. Kelompok perlakuan IV (luka + perawatan standar + vibrasi 200 Hz)
- e. Kelompok perlakuan V (luka + perawatan standar + vibrasi 300 Hz)

Membuat tikus diabetes

Tahap percobaan meliputi, masa adaptasi selama dua minggu dengan pemberian ransum standar dan air minum secara *ad libitum*. Tikus diinduksi aloksan dosis tunggal 120 mg/kg bb intraperitoneal (KIM *et al.*, 2006). Untuk memastikan tikus mengalami diabetes, kadar glukosa darah tikus percobaan diukur dengan metode biosensor glukose oksidase, menggunakan alat *Blood glucose Test Meter GlucoDr™* model AGM-2100 (diproduksi oleh Allmedicus Co Ltd., Korea). Darah diambil melalui ujung ekor tikus yang sebelumnya dibersihkan dengan alkohol 70%, kemudian diurut perlahan-lahan selanjutnya ujung ekor ditusuk dengan jarum kecil (*syringe* 1 cc). Darah yang keluar kemudian disentuhkan pada strip glukometer. Kadar glukosa darah akan terbaca di layar *GlucoDr™* setelah 11 detik dan kadar glukosa darah dinyatakan dalam mg/dl.

Perlukaan Pada tikus putih

Sebelum dilakukan perlukaan, bulu di sekitar punggung dicukur dan kulit diolesi dengan alkohol, kemudian mencit diadaptasikan selama 2 hari, baru kemudian dilukai. Perlukaan dilakukan dengan menggunakan metode berdasarkan atas penelitian terdahulu (Asada *et al.*, 2011). Metode perlukaan seperti ada digambar bawah.



Sehari sebelumnya, rambut dibagian yang akan dilukai dicukur terlebih dahulu. Kemudian tikus diberi injeksi pentobarbital (25–30 mg/kg BB tikus) untuk anestesi. Luka dengan diameter 2 cm dilakukan didaerah perut bagian kanan (flank region) dengan menggunakan gunting yang steril. Kedalaman luka adalah sampai pada jaringan subkutan. Luka kemudian ditutup dengan pembalut luka film transparan.

Uji coba Alat

Alat yang sudah disiapkan, diujicobakan pada tikus putih dan dipasang pada luka selama 7 hari. Ukuran luka, jumlah eksudat, warna luka, kondisi kulit sekeliling luka akan diamati dan dicatat setiap hari.

c. Menyempurnakan alat

Setelah uji coba selama 7 hari, cara kerja alat dievaluasi. Bagian yang perlu dimodifikasi segera diperbaiki.

d. Menguji coba pada luka yang dibuat pada tikus

Alat yang sudah disiapkan, diujicobakan pada tikus putih dan diberikan perlakuan 10 menit perhari (Sari, 2011) pada luka selama 14 hari. Ukuran luka, jumlah eksudat, warna

luka, kondisi kulit sekeliling luka akan diamati dan dicatat setiap hari.

Indikator yang akan diperbandingkan

Perbedaan pada hasil makroskopik dan mikroskopik. Makroskopik meliputi perubahan ukuran luka, warna luka, dan kulit sekeliling luka, jumlah sekresi eksudat. Secara mikroskopik adalah dengan pemeriksaan histologi dengan pewarnaan *hematoxylin* dan *eosyn* untuk mengetahui adanya tingkat inflamasi dan nekrotik, peningkatan jaringan granulasi jaringan akan dikaji dengan imunohistokimia VEGF sebagai penanda tumbuhnya pembuluh darah baru (angiogenesis). Detail dari metode pewarnaan pewarnaan *hematoxylin* dan *eosyn* dan imunohistokimia akan diterangkan dibawah ini.

Pewarnaan dengan *hematoxylin* dan *eosyn*

Jaringan kulit pada tikus akan diambil pada hari ke- 7. Setelah tikus di bunuh, jaringan akan difiksasi dengan 4% paraformaldehyde. Kemudian dilakukan dehidrasi pada jaringan dengan alcohol dan xylene, kemudian di bungkus dengan paraffin. Jaringan kulit akan dipotong dengan mikrotom dengan ketebalan 5- μ m. Jaringan kemudian di deparafinisasi di xylene, rehidrasi di etanol, dan dicuci di air steril. Jaringan kemudian diberi pewarnaan dengan hematoxylin dan eosin untuk menentukan inflamasi dan nekrosis. Setelah itu, akan diobservasi dengan mikroskop dengan perbesaran 10 X. Sebelum diambil jaringannya, tikus akan dianestesi dengan menggunakan sodium pentobarbital. Setelah diambil jaringannya, tikus akan dikorbankan (sacrificed) dengan overdosis sodium pentobarbital. Sisa jaringan akan dikubur.

Imunohistokimia

Imunohistokimia digunakan untuk mengetahui tingkat jaringan granulasi. Pada penelitian ini imunohistokimia yang akan dipakai adalah VEGF. Metode imunohistokimia yang akan dilakukan pada penelitian ini didasarkan pada metode yang

pernah penulis pakai dalam jurnal internasional. (Sari Y et.al, 2010). *Endogenous peroxidase* akan di nonaktifkan dengan inkubasi didalam was 0.3% hidrogen peroxide yang didilusi dengan metanol selama 30 menit pada temperatur ruangan. *Antigen retrieval* akan dilaksanakan dengan melakukan autoclave menggunakan citrate buffer (pH 6.0) for 20 min. Pengencer antibodi yang akan digunakan adalah PBS yang telah disuplementasi dengan 1% bovine serum albumin was the diluent for antibodies. Gelas preparat akan diinkubasi dengan *anti-VEGF primary antibody* (diluted 1:500) at RT for 60 menit, dan kemudian direaksikan dengan biotin-conjugated *anti-mouse IgG antibody* selama 30 menit.(dilution 1:1000). Imunoreaksi akan ditingkatkan dengan metode *avidin-biotin complex* dengan label *horse radish peroxidase*.

e. Menguji coba pada luka pasien diabetes

Hasil pemilihan tekanan pada alat yang optimal diujicobakan pada manusia dengan luka diabetes. Ujicoba pada manusia akan dilaksnakan di klinik perawatan luka Kalingga, Purbalingga. Desain dari studi ini adalah *quasi experimental*. Pasien akan dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu kelompok yang menerima terapi NPWT, dan kelompok kontrol yaitu kelompok yang tidak menerima terapi NPWT.

Kriteria inklusi yaitu :

1. Pasien bersedia berpartisipasi
2. Usia 20-60 tahun
3. Memiliki luka diabetes

Alat akan dipasang pada luka dengan tekanan terbaik dari hasil penelitian tahun kedua selama 7 hari. Variabel yang diamati adalah persentase dari jaringan granulasi, tanda-tanda infeksi, jumlah eksudat, dan luas luka, dinilai setiap hari. Pada penelitian ini akan digunakan skala untuk memonitor penyembuhan luka BWAT (*Bates Jensen Wound Assessment Tool*), yaitu skala yang dipakai perawat ahli luka di dunia untuk mengkaji penyembuhan luka.

Analisis Data Penelitian pada tikus dan manusia

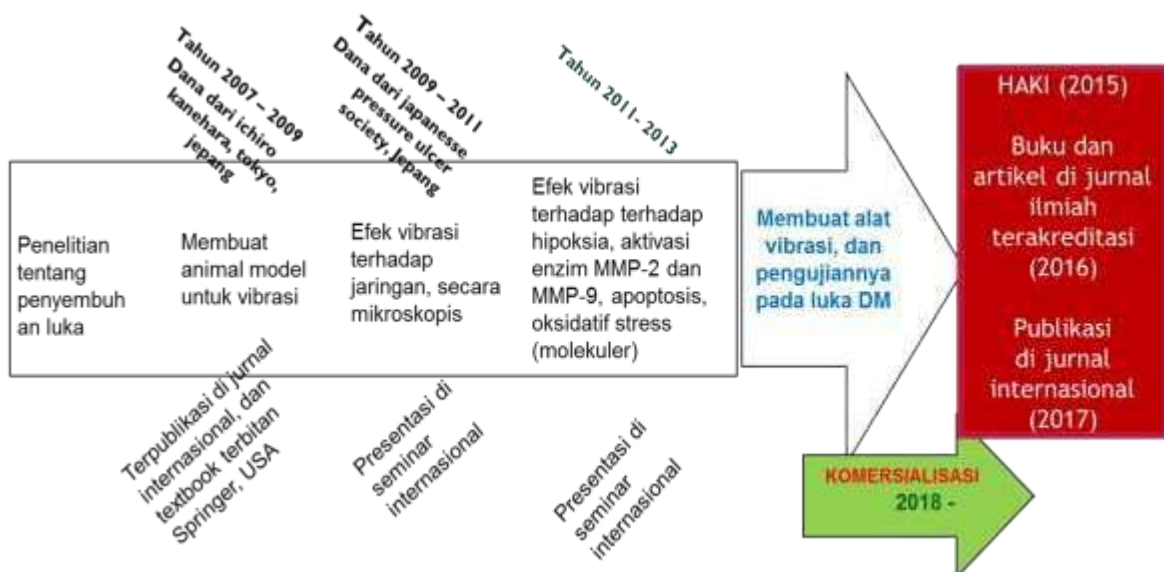
Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan Analysis of variance (ANOVA) untuk data rasio (Steel dan Torrie, 1993). Perubahan ultrastruktur pada jaringan luka dianalisis secara deskriptif. Persentasinya penutupan luka (*wound closure*) akan dibandingkan dengan ukuran luka awal. Hasil uji dibandingkan dengan tingkat kemaknaan 5%.

Kerjasama dengan mitra

Pada penelitian ini, peneliti melakukan kerja sama dengan 2 mitra. Mitra yang pertama adalah dengan klinik perawatan luka Kizu kalingga yang berlokasi di daerah Sumampir, Purwokerto. Klinik perawatan luka kalingga adalah klinik yang beranggotakan dokter, dan perawat spesialis luka. Klinik ini memberikan bentuk layanan perawatan pada berbagai jenis luka akut dan kronis. Sampai saat ini jenis luka yang dirawat di klinik tersebut adalah luka diabetes, luka bakar, luka kecelakaan, dan luka kanker, dimana luka diabetes menempati urutan pertama dengan jumlah penderita terbanyak. Pada penelitian ini pemilik klinik kalingga menyetujui adanya kerjasama dengan peneliti. Pada tahun ketiga, peneliti akan melakukan percobaan penggunaan vibrasi pada pasien luka diabetes di klinik perawatan Kizu (surat kerjasama terlampir). Selain itu sebagai tempat penelitian, mitra juga akan berperan sebagai distributor alat ini apabila menurut hasil penelitian alat ini mampu mempercepat penyembuhan luka diabetes. Bentuk kerjasama yang ditawarkan adalah, peneliti akan memberikan hibah 2 alat ini untuk diberikan kepada klinik Kizu.

Kerjasama yang kedua adalah dengan direktur CV Bintang Jaya. Perusahaan ini adalah perusahaan pembuat alat-alat kesehatan. Dalam penelitian ini, CV Bintang Jaya menyetujui untuk bekerja sama sebagai mitra. CV Bintang Jaya akan memberikan dukungan peralatan untuk membuat alat vibrasi serta memfasilitasi pembuatan alat vibrasi untuk keperluan komersial.

b. Alur penelitian (diagram fishbone)



Penelitian terkait perawatan dan penyembuhan luka
(kompetensi dari peneliti)

Animal model untuk studi penyembuhan luka
Th 2007 – 2009
(international research grant dari Ichiro Kanehara, Tokyo)

Deteksi
penyembuhan
luka scr
biokimia dan
histokimia

Efek vibrasi terhadap penyembuhan luka secara mikroskopis
Tahun 2009 – 2011
International research grant dari Japanesse pressure ulcer society

Efek vibrasi terhadap penyembuhan luka secara
molekuler (Tahun 2011 – 2013)

Penelitian yang
diusulkan (2015-
2017)

Membuat alat vibrasi untuk studi hewan dan
manusia, dan pengujian secara mikroskopik
pada tikus DM

Luran tahun I =
HAKI

Pengujian pada tikus DM, Alat vibrasi dan
efektifitasnya pada penyembuhan luka
secara molekuler

Luaran tahun II :
buku dan artikel
ilmiah di jurnal
terakreditasi

Menguji alat vibrasi pada penyembuhan
luka DM pada manusia

Luaran tahun III :
Publikasi
internasional

MITRA

Alat vibrasi untuk pasien untuk mempercepat
penyembuhan luka diabetes

C. Organisasi tim

a. Ketua Peneliti

Nama Lengkap : Yunita Sari S.Kep., Ns., MHS., Ph.D

Bidang keahlian : Perawatan dan penyembuhan luka

b. Susunan Tim Peneliti dan kompetensi:

No	Nama dan Gelar	Bidang Keahlian	Instansi	Waktu per Minggu
1.	Dr.dr. Eman Sutrisna, M Kes	Histologi dan terapi	Kedokteran, FKIK	21 - 28 jam
2.	Hartono,S.,Si.,M.Si	Fisika elektronika	Fisika	21 - 28 jam

Ketua peneliti adalah lulusan S2 dan S3 dari departemen perawatan dan penyembuhan luka, dan telah meneliti tentang perawatan dan penyembuhan luka dari tahun 2006 dengan menggunakan subyek hewan dan manusia dengan dana hibah internasional, yaitu *Ichiro kanehara foundation* (lembaga hibah penelitian bidang medis), dan dari *Japanesse Pressure Ulcer Society*, Jepang . Hasil penelitian dari peneliti telah terbit di jurnal-jurnal internasional bidang luka. Peneliti dengan peneliti lain dibidang luka membuat 1 bab buku yang diterbitkan oleh penerbit internasional, yaitu *Springer, USA*. Ketua peneliti juga aktif diundang dalam berbagai seminar dan pengabdian masyarakat di purwokerto dan kota lain sebagai pembicara dalam kompetensinya sebagai peneliti dibidang luka kronis (luka diabetes) dan konsultan perawatan luka diabetes pada pasien dengan luka DM di Klinik luka DM, Purwokerto. Pada tahun 2012, peneliti utama menerima undangan khusus dari konferensi dunia 4 tahunan *World Union Wound Healing Societies* di Yokohama, Jepang untuk mempresentasikan hasil penelitian tentang vibrasi pada luka dekubitus. Pada tahun 2013, Peneliti utama diminta menjadi *reviewer* jurnal internasional bidang luka, yaitu *International wound Journal*, yang berpusat di Inggris. *International wound journal* adalah salah satu *leading journal* (di area perawatan dan penyembuhan luka). Selain itu juga menjadi *reviewer* artikel-artikel terkait luka di Jurnal Nursing Soedirman, Unsoed dan Jurnal Keperawatan Indonesia (JKI), Universitas Indonesia. Dengan demikian, penelitian ini sesuai dengan track record dan kompetensi peneliti sebagai peneliti dibidang luka dan penyembuhan luka.

Anggota kedua adalah dosen dan peneliti di kedokteran, FKIK Unsoed. Anggota peneliti kedua memiliki latar belakang pendidikan sebagai dokter. Penelitian peneliti kedua menggunakan analisis mikroskopis dengan pendekatan histologi. Dalam penelitian ini, peneliti akan menggunakan analisis histologi. Dalam penelitian ini, peneliti akan melakukan analisis

statistik pada analisis histologi, dengan 2 orang penilai, yaitu peneliti utama dan peneliti anggota I. Dengan demikian, keahlian bidang anggota 1 sangat dibutuhkan dalam penelitian ini.

Anggota ketiga adalah ahli dibidang fisika, elektronika dan instrumentasi. Dalam penelitian ini, peneliti akan membuat alat vibrasi yang akan diaplikasikan pada subyek hewan dan subyek manusia, dengan demikian keahlian dan keilmuan bidang 2 dibutuhkan dalam penelitian ini.

BAB IV. HASIL YANG SUDAH DICAPAI

Ada 5 keluaran yang dihasilkan oleh tim peneliti pada tahun kedua, yaitu **register paten alat vibrasi** (sudah mendapat nomor register), **artikel ilmiah** yang sudah dipresentasikan di **International Nursing Conference** (*presented*), **buku monograf** (*published*), 3 kali menjadi *invited speaker* di acara seminar nasional di Univ. Muhammadiyah magelang, semnas dan workshop tentang “Holistic Wound Care” dan juga di Joint conference dengan Thailand di Unsoed tentang perawatan luka modern berdasarkan riset untuk luka diabetes (diantaranya adalah teknik vibrasi), draft artikel yang disubmit ke jurnal internasional

1. Keluaran pertama adalah paten alat vibrasi yang sudah mendapatkan nomor register. Nomor register dari alat ini adalah P00201603534

HKI.3.32153/2016***09. Permohonan Pemeriksaan Substantif Paten*** 26/05/2016
KEMENTERIAN RI KEMENTERIAN RI KEMENTERIAN RI KEMENTERIAN RI KEMENTERIAN RI
P00201603534 DIREKTORAT JENDERAL
HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL

Formulir Permintaan
Pemeriksaan Substantif Paten

Dasi oleh petugas
Tanggal pengisian

Dengan ini saya/kami :

(71) Nama : **LPPM Universitas Jenderal Soedirman (UNSOED)**
Alamat : **Jl. Dr. Soeparno Karangwangkal 53122, Purwokerto**
Warga Negara : **Indonesia**
Telepon : **0281-625739**
NPWP (jika ada) :

Dasi oleh petugas

yang telah mengajukan permintaan paten
sendiri/melalui Konsultan HKI :

(74) Nama Konsultan HKI :
Nomor Konsultan HKI :

dengan :

(65) Nomor Permintaan Paten : **P00201603534**
(22) Tanggal penerimaan
permintaan paten :
(54) Judul permohonan :
**MANSET VIBRATOR DARI MODIFIKASI MANSET
TENSIMETER UNTUK PERAWATAN LUKA**

mengajukan permintaan pemeriksaan substantif untuk
permintaan paten tersebut diatas.

Bersama ini, saya/kami serahkan :

☐ biaya pemeriksaan substantif paten sebesar Rp. **2.000.000**
dua juta rupiah

☐ biaya lain yang belum dibayar buah @ Rp.
sejumlah Rp.

☐ kekurangan kekurangan lain yang dicatat ringkasnya tersebut
dalam lampiran formulir ini.

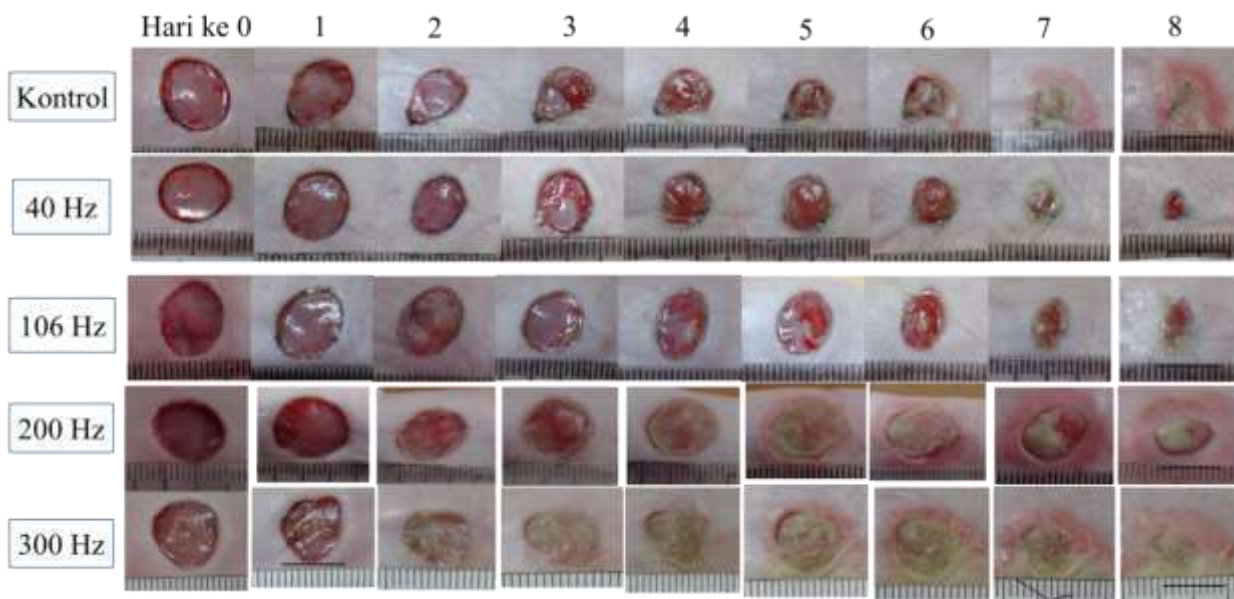
2. Keluaran kedua yang telah dicapai pada tahun kedua yaitu presentasi oral pada **Padjajaran International Nursing Conference 2015 (PINC 2016)** pada tanggal 16-18 Maret 2016 yang diselenggarakan oleh Universitas Padjajaran (sertifikat terlampir)

3. **Keluaran ketiga yang telah dicapai pada tahun kedua yaitu buku monograf yang sudah terpublikasi.**
4. Keluaran keempat yang telah dicapai pada tahun kedua adalah 3 kali menjadi invited speaker di acara seminar nasional di Univ. Muhammadiyah Magelang tentang “Advanced Diabetic Wound Care”, semnas dan workshop tentang “Holistic Wound Care” dan juga di Joint conference dengan Thailand di Unsoed tentang perawatan luka modern berdasarkan riset untuk luka diabetes (diantaranya adalah teknik vibrasi).
5. **Keluaran kelima** adalah draft artikel untuk publikasi internasional yang disubmit ke jurnal Internasional

Hasil Penelitian

Gambar dari kasur vibrasi dapat dilihat di gambar 1. Secara singkat, kasur vibrasi dibuat dengan cara meletakkan 3 motor getar pada kasur. Frekuensi vibrasi diukur dengan menggunakan *vibration analyzer*. Frekuensi vibrasi dapat diatur dengan merubah kecepatan dari motor getar. Terapi vibrasi diberikan dengan cara menidurkan tikus pada kasur getar. Vibrasi diberikan selama 10 menit.

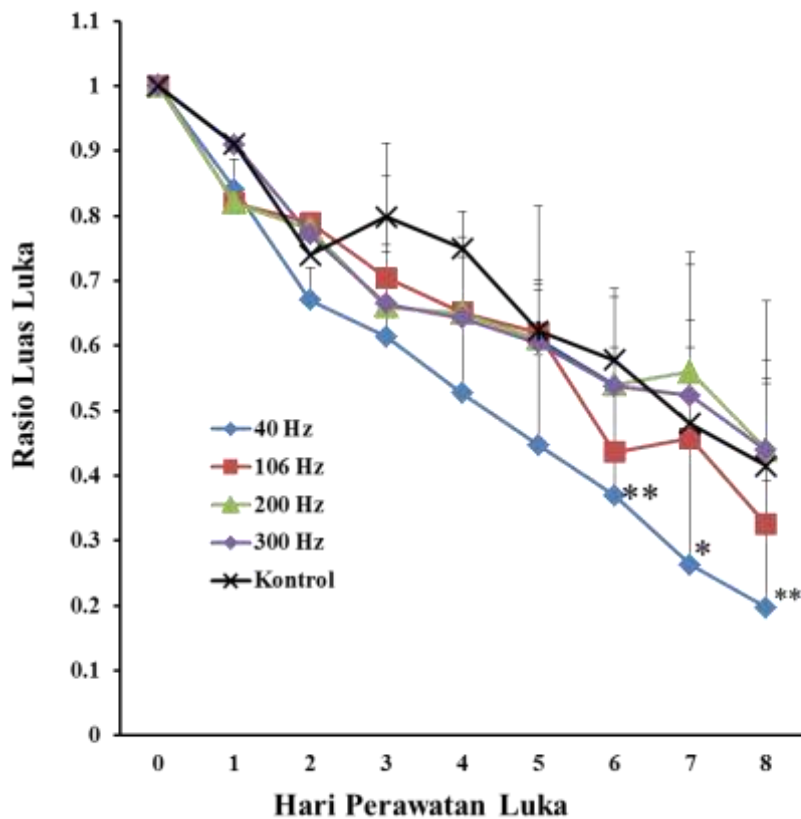




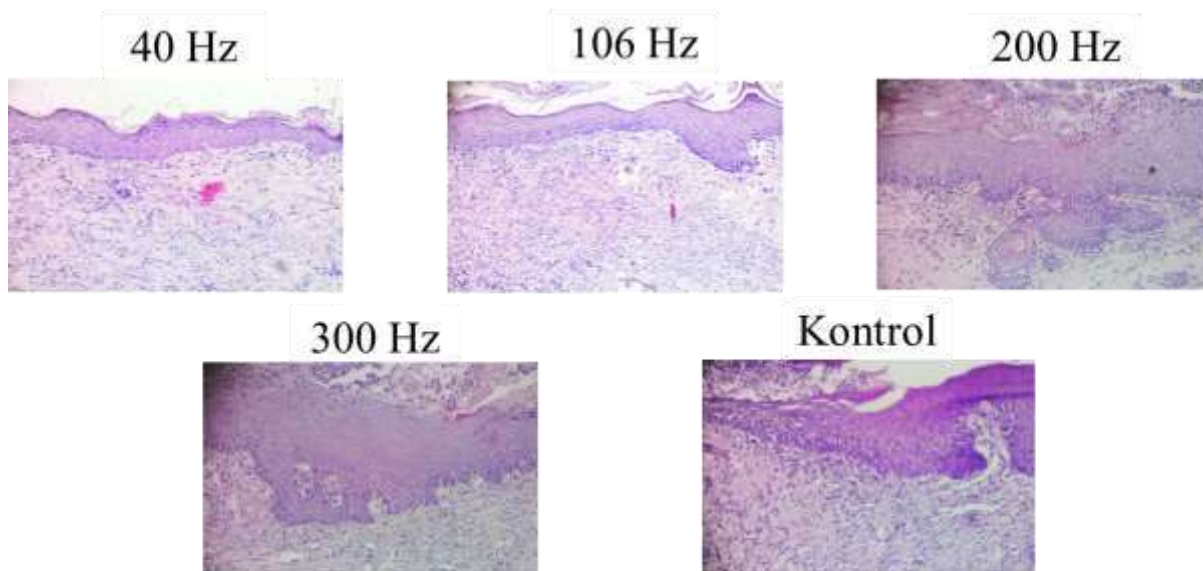
**Gambar 2. Hasil makroskopis antara kelompok 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, 300 Hz, dan kontrol.
(Ukuran bar adalah 1 cm)**

Gambar 2 menunjukkan perbedaan makroskopis antara kelompok yang diberi vibrasi 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, dan 300 Hz serta kelompok kontrol. Pada hari ke 0, penampakan semua luka menunjukkan gambaran makroskopis yang sama. Mulai hari kedua, luka pada kelompok vibrasi 300 Hz mulai terdapat jaringan nekrotik tipis pada dasar luka, sedangkan pada kelompok 40, 106, dan 200 Hz, dasar luka terisi oleh jaringan granulasi yang merah. Pada hari ketiga, jaringan nekrotik semakin tebal pada kelompok vibrasi 300 Hz. Jaringan nekrotik juga mulai terlihat dikelompok 200 Hz pada hari ketiga. Sebaliknya, jaringan nekrotik pada hari ketiga belum terlihat pada kelompok 40 Hz, 106 Hz, dan kontrol. Pada hari kelima, jaringan nekrotik semakin tebal di kelompok 200 Hz dan 300 Hz dibandingkan hari sebelumnya. Pada hari kelima, jaringan nekrotik mulai muncul pada kelompok kontrol. Pada hari keenam dan ketujuh, jaringan nekrotik masih tebal pada kelompok 200 Hz dan 300 Hz. Jaringan nekrotik pada kelompok kontrol juga makin menebal. Pada hari ke 0 sampai ke 8, dasar luka pada kelompok 40 Hz dan 106 Hz terisi oleh jaringan granulasi dan ukuran luka semakin mengecil. Pada hari ke delapan, luka pada kelompok 40 Hz dan 106 Hz hampir menutup. Sebaliknya, jaringan nekrotik pada kelompok 200 Hz dan 300 Hz dan kontrol masih terlihat tebal.

Perbandingan ukuran luka diantara lima kelompok dapat dilihat pada gambar 3. Pada hari ke 6, 7, dan 8 ukuran luka pada kelompok 40 Hz secara signifikan lebih kecil bila dibandingkan dengan kelompok kontrol ($P < 0,01$ pada hari ke 6, $P < 0,05$ pada hari ke 7, dan $P < 0,01$ pada hari ke 8), kelompok 200 Hz ($P < 0,01$ pada hari ke 6, $P < 0,01$ pada hari ke 7, dan $P < 0,01$ pada hari ke 8), kelompok 300 Hz ($P < 0,01$ pada hari ke 6, $P < 0,01$ pada hari ke 7, dan $P < 0,01$ pada hari ke 8). Pada hari ke 6 dan 7, ukuran luka pada kelompok 40 Hz juga secara signifikan lebih kecil ($P < 0,05$) daripada kelompok 106 Hz.



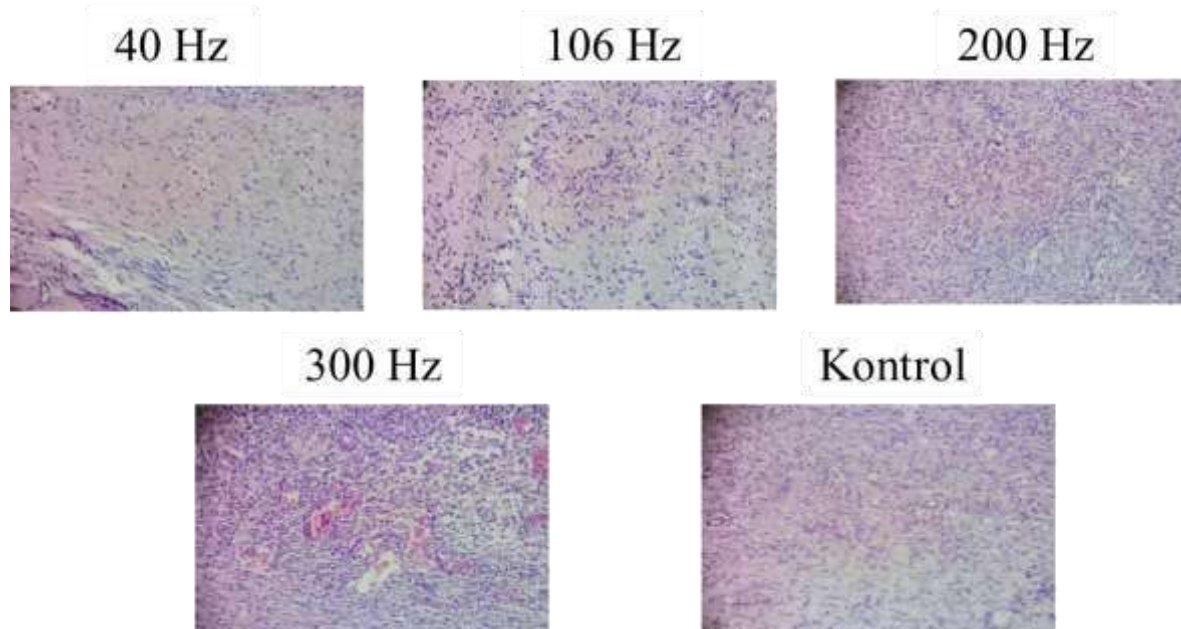
Gambar 3. Perbandingan ukuran antara kelompok 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, 300 Hz, dan kontrol. (* adalah $P < 0,05$; ** adalah $P < 0,01$)



Gambar 4. Perbandingan inflamasi pada epidermis antara 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, 300 Hz, dan kontrol (perbesaran 100X)

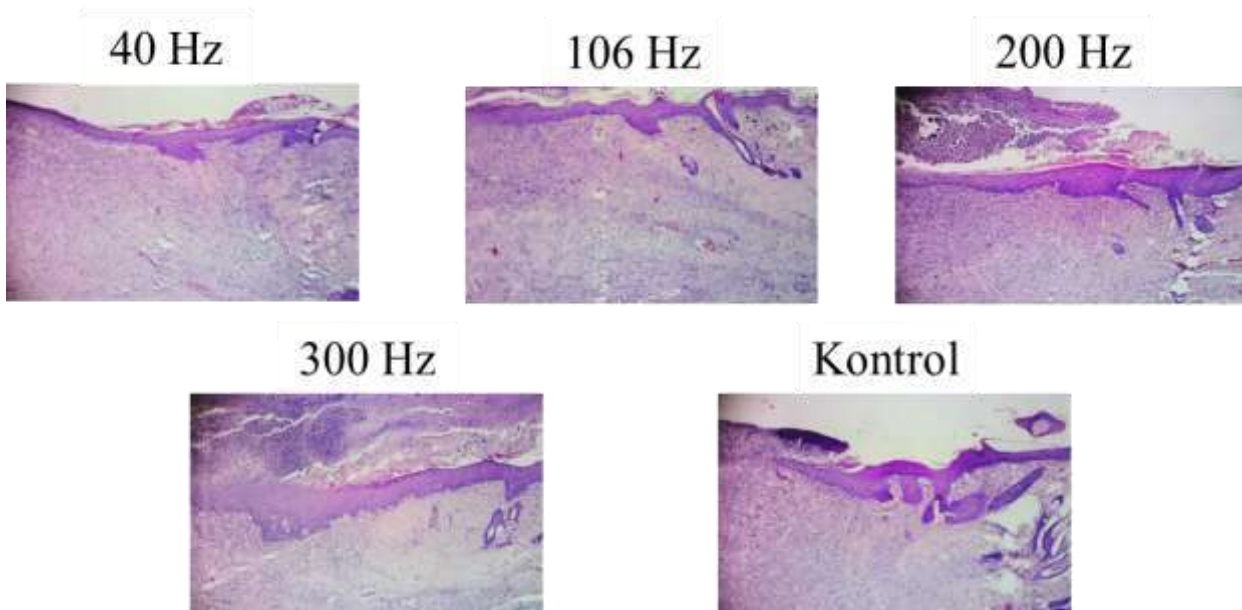
Gambar 4 adalah gambaran mikroskopis pada epidermis dengan menggunakan pewarnaan Hematoksilin dan Eosin. Bagian atas adalah gambaran mikroskopis pada kelompok 40 Hz, 106 Hz, dan 200 Hz, sedangkan bagian bawah adalah kelompok 300 Hz dan kontrol. Gambar 4 menunjukkan bahwa intensitas inflamasi pada kelompok 40 Hz adalah yang paling sedikit dibanding dengan kelompok-kelompok lain. Pada gambar 4 juga terlihat bahwa intensitas inflamasi pada kelompok 40 Hz dan 106 Hz lebih sedikit dibandingkan pada kelompok kontrol, 200 Hz dan 300 Hz. Ketika intensitas inflamasi

pada 40 Hz dan 106 Hz diperbandingkan, intensitas inflamasi pada kelompok 40 Hz masih lebih sedikit dibandingkan pada 106 Hz. Ketika intensitas inflamasi pada kelompok kontrol, 200 Hz dan 300 Hz diperbandingkan, intensitas inflamasi pada kelompok kontrol lebih sedikit bila dibandingkan kelompok 200 Hz dan 300 Hz. Intensitas inflamasi terbesar terlihat pada kelompok 300 Hz.



Gambar 5. Perbandingan inflamasi pada dermis antara 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, 300 Hz, dan kontrol (Perbesaran 100X)

Gambar 5 adalah gambaran mikroskopis dari dermis antara kelompok 40 Hz, 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, 300 Hz, dan kontrol. Gambaran mikroskopis pada lapisan dermis sama dengan gambaran pada lapisan epidermis. Intensitas inflamasi terendah adalah pada kelompok 40 Hz. Dibandingkan dengan kelompok lain, intensitas inflamasi pada lapisan dermis pada kelompok 40 dan 106 Hz lebih sedikit dibandingkan pada kelompok kontrol, 200 Hz dan 300 Hz. Gambaran pada lapisan dermis juga menunjukkan bahwa intensitas inflamasi pada kelompok kontrol lebih sedikit bila dibandingkan pada kelompok 200 Hz dan 300 Hz. Ketika kelompok 200 Hz dan 300 Hz diperbandingkan, intensitas inflamasi terbesar terlihat di kelompok 300 Hz.



Gambar 6. Perbandingan reepitelialisasi antara 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, 300 Hz, dan kontrol (Perbesaran 40X)

Gambar 6 menunjukkan gambaran reepitelisasi pada kelompok 40 Hz, 106 Hz, 200 Hz, 300 Hz, dan kontrol dengan menggunakan pewarnaan Hematoksilin dan Eosin. Dari gambar 6 terlihat bahwa reepitelisasi telah terjadi pada semua kelompok, namun reepitelisasi pada kelompok 40 Hz lebih *advance* bila dibandingkan dengan kelompok-kelompok lain. Pada kelompok 40 Hz, sel inflamasi juga sangat sedikit pada epidermis yang baru. Gambaran reepitelisasi pada kelompok 106 Hz hampir mirip dengan kelompok 40 Hz, namun pada kelompok 106 Hz masih terdapat banyak sel inflamasi pada epidermis yang baru. Pada kelompok 40 Hz dan 106 Hz, di atas epidermis yang baru tidak terdapat jaringan nekrotik. Namun pada kelompok 200 Hz, 300 Hz dan kontrol, di atas epidermis yang baru terdapat jaringan nekrotik yang menutupi epidermis. Pada kelompok kontrol, jaringan nekrotik di atas epidermis lebih sedikit bila dibandingkan pada kelompok 200 Hz dan 300 Hz. Ketika kelompok 200 Hz dan 300 Hz diperbandingkan, jaringan nekrotik di atas epidermis pada kelompok 200 Hz lebih sedikit dibandingkan dengan kelompok 300 Hz.

BAB V. RENCANA TAHAPAN BERIKUTNYA

Target tahun kedua sudah tercapai. Saat ini kami sudah selesai melakukan penelitian tentang efek vibrasi pada hewan. Langkah selanjutnya pada tahun ketiga adalah melakukan percobaan pada penderita DM yang mengalami luka diabetes.

DAFTAR PUSTAKA

- Aminia-Far A., Hadian M.R., Olyaei G., Talebian S., & Bakhtiary A.H. 2011. Whole-body vibration and the prevention and treatment of delayed-onset muscle soreness. *Journal of Athletic Training*; 46(1):43-49.
- Arashi M., Sugama J., Sanada H., Konya C., Okuwa M., Nakagami G., Inoue A., & Tabata K. 2010. Vibration therapy accelerates healing of stage I pressure ulcers in older adult patients. *Advances in skin dan wound care*; 23(7):321-327
- Armstrong DG, Lavery LA, Harkless, 2005, Negatif pressure woud therapy after partial diabetic foot amputation: multicentre randomized controlled trial. *Lancet* 366 (9498): 1704-10
- Auerbach R, Auerbach W & Polakowski I, 1991, Assays for Angiogenesis : A Review, *Pharmacology and Therapeutics*, 51(1), 1.
- Bosco C, Colli R, Introini E, et al. 1999. Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. *Clin Physiol*; 19: 183-7.
- Bowker J.H & Pfeifer M.A 2008. *The Diabetic foot*. Philadelphia; Mosby Elsevier

- Cardinale M, Wakeling J. 2005. Whole body vibration exercise: are vibrations good for you? *Br J Sports Med*; 39: 585-9.
- Kerschman-Schindl K, Grampp S, Henk C, et al. 2001. Whole-body vibration exercise leads to alterations in muscle blood volume. *Clin Physiol*; 21: 377-82.
- Loot MA et al. 2002. Fibroblasts derived from chronic diabetic ulcers differ in their response to stimulation with EGF, IGF-I, bFGF and PDGF-AB compared to controls *Eur J Cell Biol*. 81(3):153-60.
- Lohman EB, 3rd, Petrofsky JS, Maloney-Hinds C, Betts-Schwab H, Thorpe D. 2007. The effect of whole body vibration on lower extremity skin blood flow in normal subjects. *Med Sci Monit*; 13: 71-6.
- Lythgo N, Eser P, de Groot P, Galea M. 2009 Whole-body vibration dosage alters leg blood flow. *Clin Physiol Funct Imaging*; 29: 53-9.
- Prisby RD, Lafage-Proust MH, Malaval L, Belli A, Vico L. 2008. Effects of whole body vibration on the skeleton and other organ systems in man and animal models: what we know and what we need to know. *Ageing Res Rev*; 7: 319-29.
- Gusy N., Raimundo A., & Leal A. 2006. Low-frequency vibratory exercise reduces the risk of bone fracture more than walking: a randomized controlled trial. *BMC Musculoskeletal Disorder*; 7:92.
- International Diabetic Foot. 2005. Retrieved from http://www.iwgdf.org/index.php?option=com_content&task=view&id=33&Itemid=48
- Maloney-Hinds., Petrofsky J.S., & Zimmerman G. 2008. The effect of 30 Hz vs. 50 Hz passive vibration and duration of vibration on skin blood flow in the arm. *Med Sci Monit*; 14(3):CR112-116.
- McLennan S et al, Molecular aspects of wound healing, Primary intention. 2006. 14(1):8-13 [2]
- Muhammad G, Pandey HP, dan Tripathi K. 2008. Diabetic wound healing and its angiogenesis with special reference to nanoparticles, *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures* 3 (4) 203 – 208
- Merriman H, Jackson K. The effects of whole-body vibration training in aging adults: a systematic review. *J Geriatr Phys Ther* 2009; 32: 134-45.
- Nordlund MM, Thorstensson A. 2007. Strength training effects of whole-body vibration? *Scand J Med Sci Sports*; 17: 12-7.
- Smeltzer, S.C. Bare, B.G., 2001, *Keperawatan Medikal Bedah*, Edisi 8, EGC, Jakarta.
- Syabariyah S, Nurachmah E., & Suriadi. 2013. Vibration adjuvant wound therapy enhance the healing of diabaetic foot ulcers: an interim analysis of 31 patient. 1st Borneo International Nursing Conference: Best Reasearch, best practice and quality of life. Oral Precentation.
- Schultz G., Ladwig L, Wysocki A. 2005. Extracellular matrix: review of its roles in acute and chronic wounds. Retrieved from

<http://www.worldwidewounds.com/2005/august/Schultz/Extrace-Matric-Acute-Chronic-Wounds.html>

- Stewart JM, Karman C, Montgomery LD, McLeod KJ. Plantar vibration improves leg fluid flow in perimenopausal women. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 2005; 288: 623-9.
- Totosy de Zepetnek JO, Giangregorio LM, Craven BC. Whole-body vibration as potential intervention for people with low bone mineral density and osteoporosis: a review. *J Rehabil Res Dev* 2009; 46: 529-42.
- Wilcock IM, Whatman C, Harris N, Keogh JW. Vibration training: could it enhance the strength, power, or speed of athletes? *J Strength Cond Res* 2009; 23: 593-603.
- Sari Y, Takeo M, Nagakami G, et.al. 2011. Vibration attenuate deterioration of deep tissue injury. . 第 13 回日本褥瘡学会学術集会, 福岡
- Sari Y, Takeo M. 2012. Vibrasi menurunkan deteriorasi luka tekan.SNATEK
- Sari Y, Takeo M, Nagase T, et.al. 2014. Low frequency vibration reduces hypoxia and attenuates deterioration in deep tissue injury through down regulation of the HIF1-MMP axis in rat. 2014. Submitted
- Sari Y, Sutrisna E, Hartono. International Nursing Conference 2015. UI Jakarta
- Waspadji S. 2006. Komplikasi kronik Diabetes: Mekanisme terjadinya, diagnosis dan strategi pengelolaan. Ilmu Penyakit Dalam. Fourth edition.FK UI. Jakarta