


## Investigasi Penggunaan Metode *Laser Speckle Imaging (LSI)* untuk Pengukuran Kadar Gula Darah

Zulkarnain , Minarni Shidiq

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau Jurusan Fisika FMIPA Universitas Riau

### Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima:  
28 November 2018

Disetujui:  
28 Desember 2018

Dipublikasikan:  
28 Desember 2018

*Keywords:*

*Laser Speckle Imaging,  
Blood Glucose*

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian dalam menginvestigasi kadar gula darah menggunakan metode *Laser Speckle Imaging*, yang merupakan pencitraan dari peristiwa interferensi cahaya yang mengenai permukaan yang kasar. Penelitian ini memberikan suatu solusi alternatif untuk mendeteksi kadar gula darah para calon penderita diabetes tanpa memberikan efek luka atau sakit pada penderita. Penelitian ini dilakukan dengan merancang suatu alat optik sederhana dengan prinsip *Laser Speckle Imaging (LSI)*, dengan rancangan alat terdiri dari laser, kamera CCD, lensa, dan komputer yang sudah terinstal program penerjemahan *image* menjadi grafik Intensitas. Selain data spekel, kandungan gula darah juga ditentukan dengan menggunakan alat *portable easy touch GCU* pada pasien dengan rentang umur 17 sampai dengan 63 tahun. Dari data tersebut didapati korelasi antara kadar gula darah dengan intensitas kontras sebesar 0,366.

### ABSTRACT

*Research for investigating blood sugar levels using the Laser Speckle Imaging method has been carried out, which is imaging of light interference events involving rough surfaces. This research provides an alternative solution for detecting blood sugar levels of potential diabetics without the effect of injury or pain in patients. This research was carried out by designing a simple optical device with the principle of Laser Speckle Imaging (LSI), with the design of a device consisting of a laser, CCD camera, lens, and a computer that has installed the image translation program into a graph of intensity. In addition to speckle data, the blood sugar content was also determined by using the easy touch GCU tool in patients aged 17 to 63 years. From these data found a correlation between blood sugar levels with contrast intensity of 0.366.*

## PENDAHULUAN

Diabetes adalah salah satu penyakit yang disebabkan oleh kadar gula darah (glukosa) seseorang terlalu tinggi. Hormon yang bertanggung jawab dalam mengendalikan jumlah glukosa dalam darah adalah insulin yang diproduksi oleh pankreas. Faktor diabetes bisa disebabkan oleh dua kemungkinan yaitu karena pankreas tidak mendatangkan insulin dan pankreas tidak menghasilkan cukup insulin sebagai bahan bakar untuk menghasilkan energi. Diabetes merupakan penyakit yang tidak bisa disembuhkan, dan perkembangan penyakit ini sangat cepat sekali. Diabetes dapat menyebabkan permasalahan serius dalam kesehatan untuk kehidupan yang lebih lama, dampak lain yang terjadi adalah komplikasi penyakit dari buta hingga mengganggu kinerja jantung (Jefferson dkk, 2001).

Metode yang murah dan sederhana perlu dikembangkan untuk mengetahui secara cepat tanpa merusak jaringan tubuh atau mengeluarkan darah untuk diuji. Saat ini alat pengukuran gula darah harus mendapat akurasi mengikuti standar internasional ISO, untuk bisa diterima harus mendapatkan nilai akurasi dengan error pada rentang 20%, kebanyakan alat sederhana memiliki akurasi 10% - 15%.

Alat-alat sensor lain telah dikembangkan untuk memonitor level glukosa, usaha untuk mengurangi ketidaknyaman yang dihasilkan dengan mengekstrak sampel dalam volume yang kecil yaitu pada bagian tubuh seperti telapak tangan, paha dan perut. Alat ukur glukosa Non-invasive memberikan suatu solusi untuk mengatasi masalah ini dengan teknik optik yang diberikan pada permukaan kulit (McNichols, 2000).

Teknik ini meliputi spektroskopi near infrared yang bisa menginvestigasi variasi kedalaman jaringan tubuh yang berbeda dari 1 hingga 100 mm atau 10 hingga 50 mikrometer melalui pemancaran infrared wavelenghts (Heise, 2015). Alat ukur glukosa darah non invasif telah dilakukan dengan memonitor aliran darah dan level oksigen darah dalam beberapa detik (Ahmad, dkk 2013). Deteksi perubahan konsentrasi gula darah dalam vivo dengan difuse reflektansi secara spasial (Bruulsema, 2013).

Pengukuran kadar glukosa secara non-invasif dijelaskan oleh L.S. Jefferson dkk seperti pada persamaan 1.

$$C_v(t) = \frac{(1-\varepsilon)q_0 h(t)}{F} \quad (1)$$

Dimana  $C_v$  adalah konsentrasi glukosa pada pembuluh pada waktu  $t$ , dan  $F$  adalah aliran darah (menyatakan dalam jumlah darah, biasanya dalam liter permenit). Falsa glukosa dinyatakan dalam  $q_0$ , ini menunjukkan jumlah glukosa (dalam mg) dalam darah per denyut jantung, sedangkan  $\varepsilon$  adalah fraksi pulsa glukosa yang di ekstrak dari sistem darah dan dimetabolisme,  $h(t)$  adalah reversible fate dari glukosa dalam organ yang menyebabkan delay dan distorsi yang muncul pada pulsa glukosa dalam pembuluh.

Intensitas fluktuasi rata-rata pada suatu titik di pola spekel menunjukkan laju rata-rata pergerakan hamburan. Fluktuasi yang terlalu cepat dapat ditangkap oleh kamera CCD, dengan mengukur efek blur pada pencahayaan kamera di pola-pola tertentu. Hubungan antara pergerakan fluktuasi spekel, dan blur dapat dengan mudah digambarkan sebagai pergerakan dari hamburan yang dihasilkan oleh fluktuasi pada pola spekel dibandingkan dengan blur.

Derajat blur secara umum dihitung menggunakan parameter yang disebut sebagai kontras, diberikan dengan simbol  $K$  dan di definisikan seperti pada persamaan 2 yaitu perbandingan intensitas deviasi standar terhadap intensitas rata-rata.

$$K = \frac{\sigma}{I} \quad (2)$$

Teknik lain juga telah dilakukan seperti Spektroskopi Raman untuk mengukur cahaya yang dihamburkan akibat dari pengaruh osilasi dan rotasi oleh glukosa, spektroskopi foto akustik merupakan teknik pengukuran tekanan gelombang akustik yang dibuat dari pemanasan pada luasan sampel tertentu. Perubahan hamburan dan polarisasi merupakan teknik untuk mengukur perubahan sifat hamburan dan polarisasi yang disebabkan oleh glukosa. Interferometri pulsa femto sekon merupakan metode untuk menentukan konsentrasi glukosa dengan mengukur kelompok indeks bias dari larutan glukosa menggunakan keterlambatan waktu dalam orde femto sekon pada metode time of flight dengan interferometri pulsa femto sekon (Hori dkk, 2005). Tomografi koheren optik merupakan teknik yang berdasarkan pada pengukuran dan analisis pola interferensi antara cahaya back scattered secara koheren dari lapisan spesifik jaringan dan sinar referensi dan beberapa jenis yang berbeda dari fenomena fluoresensi (Kinnunen dkk, 2008)

Penelitian ini menggunakan prinsip operasi dasar dari konfigurasi optik spesial untuk memonitor level glukosa berdasarkan pada vibrasi kulit yang disebabkan oleh flux pulsation darah. Prinsip ini menggunakan metode LSI (Laser Speckle Imaging) dengan menyusun alat optik untuk mengamati pergerakan pola spekel yang ditimbulkan pada bagian kulit manusia yang menjadi target ketika dipancarkan oleh seberkas sinar laser. Kelebihan dari penelitian ini adalah setting alat yang mudah untuk dioperasikan serta menggunakan alat yang lebih sederhana. Intensitas Pola spekel dianalisis dan dibandingkan dengan pengukuran langsung kadar gula menggunakan alat digital, yang selanjutnya akan dicari tren pada kurva pola spekel tersebut.

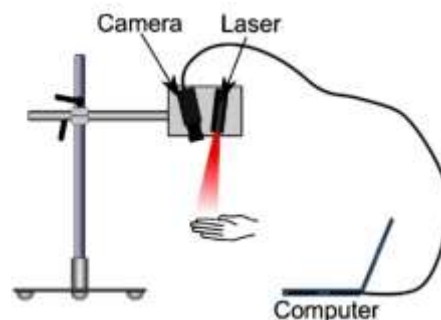
Penelitian bermaksud merancang alat sederhana dalam mendeteksi kadar gula darah dalam tubuh manusia, memvisualisasikan bentuk spekel dalam image dan grafik untuk menentukan level kadar gula dalam tubuh, membandingkan hasil Intensitas spekel terhadap kandungan gula darah yang diperoleh secara medis (pengambilan sampel darah dan pengukuran secara digital). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membuat model pola spekel pada gula darah manusia terhadap pengukuran langsung secara medis pada target (darah), sehingga mendapatkan suatu sistem pengukuran yang dinamis, nyaman dan praktis.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan menyusun seperangkat alat pengukur kontras dari suatu target. Susunan perangkat seperti pada Gambar 1.

Alat-alat penelitian terdiri dari laser, kamera

CCD, komputer, lensa, statif dan target yang menjadi objek yang akan diteliti. Kamera CCD dihubungkan dengan komputer untuk menganalisis kontras spekel dan laser digunakan untuk mengiluminasi target. Fokus kerjanya pada peningkatan interpretasi dan aplikasi pengukuran kontras spekel.



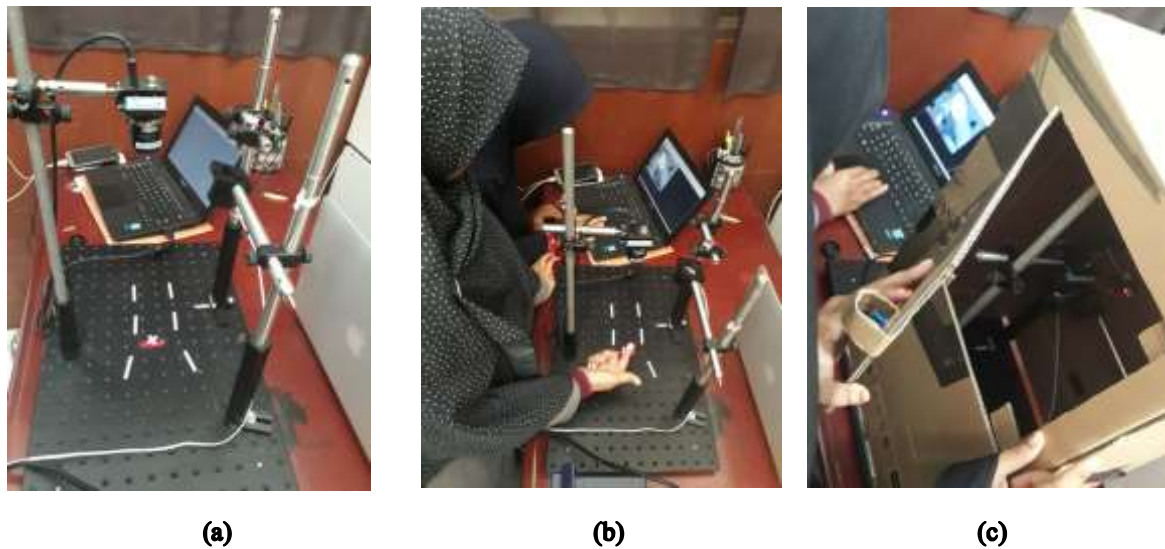
Gambar 1. Set up alat Laser speckle imaging. Objek diletakkan dibawah sinar laser dan difoto menggunakan kamera CCD. Image diteruskan ke komputer untuk dianalisis.

Penelitian diawali dengan penentuan sampel, mulai dari mahasiswa yang berumur dibawah 20 tahun, mahasiswa umur antara 20 sd 25 tahun, dosen yang berumur antara 30 sd 40 tahun dan dosen berumur di atas 40 tahun. Masing-masing variasi umur diambil 10 kali pengujian kontras.

Alat ukur terdiri dari laser, lensa, karea CCD dan satu set komputer. Selain itu memerlukan alat uji yang telah beredar di pasaran berupa Portable Easy Touch GCU, alat ini portable dan dilengkapi dengan stik alat ukur level gula darah. GCU digunakan sebagai pengkalibrasian sistem yang digunakan.

Proses pengambilan data dilakukan dengan meletakkan objek, dalam hal ini dilakukan pada jari tangan manusia yaitu jari manis. Penelitian ini menggunakan laser Dioda dengan panjang gelombang 650nm. Laser menyinari objek tersebut dan direkam oleh kamera CCD yang telah terhubung dengan komputer. Pantulan sinar yang telah mengenai jari manis di capture oleh kamera CCD dan diterjemahkan oleh program ImageJ sebagai image. Bentuk image ini dikonversikan kedalam bentuk kontras dengan menghitung tingkat grey value nya. Pengukuran ini dengan menampilkan gambar histogram yang sudah tersedia pada program imageJ. Pada histogram tertera nilai-nilai terukur seperti intensitas minimum, intensitas maksimum, mean dan standar deviasi. Nilai Intensitas grey value dan kontras akan dibandingkan dengan pengukuran secara medis menggunakan GCU.

Data yang telah disimpan dalam image, selanjutnya di konversi dalam grafik antara Kontras spekel terhadap variasi sampel (umur), kontras spekel terhadap kadar gula yang diambil melalui GCU yang selanjutnya dianalisis sehingga mendapatkan suatu model atau pendekatan antara kurva yang diambil secara optik dengan data yang diperoleh secara GCU. Melalui analisis minitab akan dicari nilai regresi liniernya.



Gambar 2. Skema dan teknik pengambilan citra (a) Setting perangkat sistem LSI, (b) Proses penyinari target (c) proses pengambilan citra

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah mencari korelasi antara kontras spekel terhadap kandungan glukosa pada manusia dengan variasi umur dari 15 sampai dengan 65 tahun,

dan kontras spekel terhadap umur manusia. Tren yang diperoleh dari grafik kontras terhadap nilai glukosa diukur dengan faktor korelasi R2.

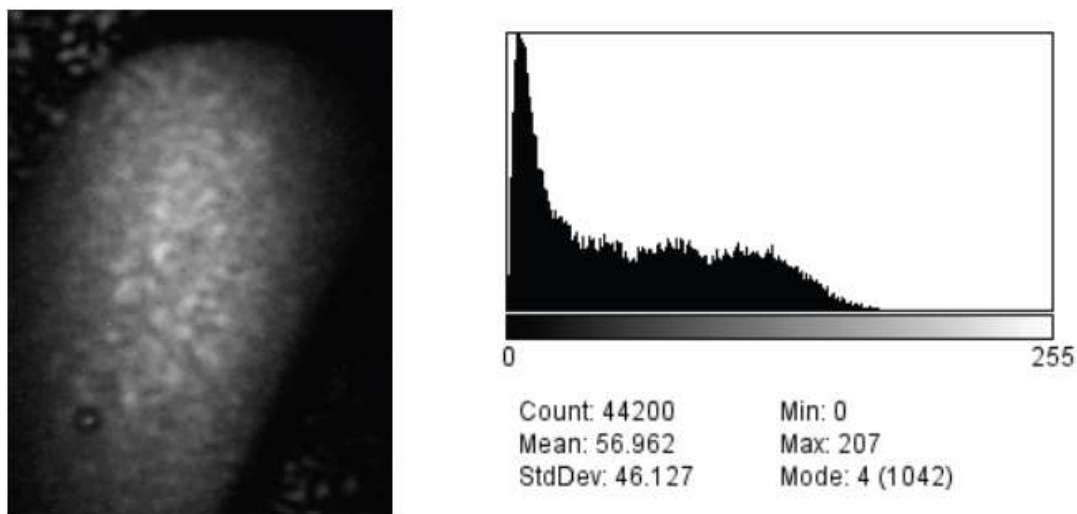
Hasil capture pada jari manis seperti terlihat pada Gambar 3a. Yaitu berbentuk bintik-bintik yang ditimbulkan dari interaksi sinar laser terhadap fluktuasi darah, pemantulan dan interferensi yang membentuk pola spekel atau dikenal dengan biospekel. Pola spekel yang sudah terbentuk dari capture oleh kamera CMOS menggunakan program IC Capture 2.4, yang merupakan bawaan program dari kamera selanjutnya di analisis menggunakan program imageJ. Program ini menterjemah dari 44200 pencacah dalam beberapa detik. Pola histogram seperti terlihat pada Gambar 3b. Gambar ini hanya perwakilan dari sejumlah sebaran data yang diambil.

Histogram menampilkan nilai-nilai yang akan dianalisis diantaranya nilai min, maks dan mean dari intensitas spekel, serta nilai standar deviasi intensitas. Untuk mendapatkan nilai kontras dari grey value bisa menggunakan Persamaan 2. yaitu perbandingan antara nilai standar deviasi terhadap intensitas rata-rata.

Tabel 1. Data Gula darah, mean intensitas dan kontras hasil dari capture dan histogram..

Gula darah (mg/dl)	Mean (a.u)	Kontras (a.u)
73	65.8061	0.905343
75	52.6605	0.879924
77	65.4582	0.845720
80	56.6675	0.863736
88	61.0178	0.911285
96	59.8940	0.820262
98	55.4793	0.943049
99	54.2559	0.842369
99	74.3341	0.775349
108	53.9959	0.803702
110	53.9959	0.791175
111	58.3929	0.848237
132	65.3280	0.743667
142	74.4732	0.732955

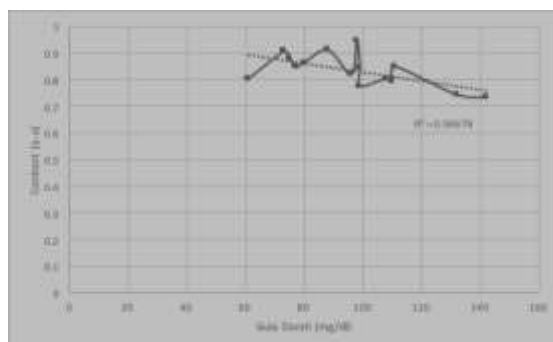
Tabel 1. Menampilkan hasil pengukuran glukosa menggunakan alat portable GCU secara invasif, yaitu pengambilan darah menggunakan jarum suntik dan dilanjutkan dengan penentuan kadar glukosanya. Nilai mean dan kontras diperoleh dari analisis menggunakan software imageJ. Secara umum dari sebaran data terlihat bawa semakin tinggi kadar glukosa maka kontras intensitasnya semakin kecil. Hal ini disebabkan oleh relaksasi kandungan glukosa pada kadar tinggi mengalami penurunan ketika berinteraksi dengan sinar laser. Penurunan ini mempengaruhi pemantulan sinar yang terjadi pada vibrasi kulit tangan, sehingga memunculkan pola difraksi dan interferensi lebih sedikit. Nilai korelasinya dapat dilihat Gambar 4. Nilai kontras maksimum pada kadar glukosa 98 mg/dl yaitu sebesar 0,943 a.u dan intensitas minimum pada kadar glukosa 142 mg/dl yaitu sebesar 0,732 a.u.



Gambar 3. Hasil perekaman LSI (a) pola spekel yang terbentuk pada jari manis, (b) histogram dari sebaran intensitas pada image

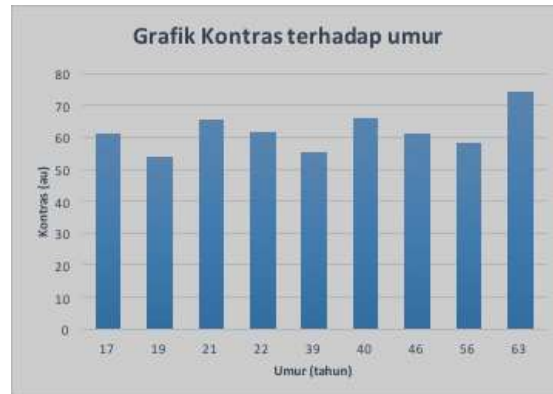
Gambar 3 memperlihatkan bahwa pola-pola spekel dari interaksi sinar terhadap kekasaran kulit dan aliran darah pada jaringan dibawah kulit. Pola spekel yang terbentuk pada jari tangan berkedip-kedip, yang merupakan biospekel yang dihasilkan dari difraksi objek yang bergerak, sehingga terjadi pemantulan baur dan interferensi yang berubah secara temporal.

Hasil plot grafik antara kontras dan gula darah seperti pada Gambar 4. Grafik ini diplot untuk semua umur dari 17 tahun hingga 63 tahun. Terlihat bahwa tren grafik zigzag, namun mendapatkan faktor korelasi yang dikategorikan sedang yaitu sebesar 0,366. Pengkalibrasian ini terhadap pengukuran langsung memberikan ada korelasi yang saling berkaitan antara kadar glukosa darah terhadap kontras intensitas.



Gambar 4. Grafik hubungan antara kontras terhadap kadar glukosa darah

Korelasi terbaik jika faktor  $R^2 = 1$ , nilai korelasi yang tercantum dalam grafik dilukiskan secara linear guna untuk mendapatkan pendekatan yang mudah dikalibrasi. Gambar 5. merupakan grafik antara kontras terhadap umur. Pengambilan data terdiri dari 5 orang yang berumur 17 tahun dan 3 orang berumur 19 dan 21, sedangkan data lain yang berumur sama ada yang 2 orang dan 1 orang. Untuk data yang lebih dari 1 diambil rata-rata intensitas sehingga ditampilkan seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik antara kontras intensitas terhadap umur

Tren grafik yang terbentuk juga zig zag, hal ini menunjukkan intensitas kontras terhadap umur hampir tidak mempunyai korelasi. Masalah ini ditimbulkan bukan hanya dari faktor umur, namun juga dari habitnya sehari-hari seperti pola makan, tidur, olah raga dan aktivitas sehari-hari. Pengukuran menemukan bahwa target pada kategori umur yang masih muda memiliki kadar glukosa yang tinggi dan sebaliknya untuk target yang diatas umur 40 tahun memiliki kadar glukosa normal. Ini membuktikan bahwa umur tidak menjadi patokan dalam pengukuran kadar glukosa, namun sangat berpengaruh pada habitnya sehari-hari. Sebagai pembandingan pada saat proses pengukuran glukosa dan intensitas, peserta dikondisikan berpuasa kemudian dilakukan lagi pengukuran setelah mereka makan dalam durasi diam 2 jam setelah makan. Pengukuran menunjukkan ada peningkatan nilai glukosa darah setelah makan dan intensitas kontrasnya lebih kecil.

## SIMPULAN

Rancang alat pendeteksi gula darah berhasil dibuat dengan mendapatkan nilai korelasi antara tingkat intensitas kontras grey value dan gula darah sebesar 0,336 untuk usia 17 sampai dengan 63 tahun. Hubungan antara kontras dan umur tidak ada korelasi. Nilai kontras maksimum pada kadar glukosa 98 mg/dl yaitu sebesar 0,943 a.u dan intensitas minimum pada kadar glukosa 142 mg/dl yaitu sebesar 0,732 a.u.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih yang sebesar-besarnya disampaikan kepada LPPM UNRI yang telah memberikan kesempatan penelitian pada hibah Dosen Muda dengan DIPA tahun 2017, dengan nomor kontrak :878/UN.19.5.1.3/PP/2017.

Terima kasih juga disampaikan kepada kelompok penelitian di lab. Fotonik FMIPA UNRI..

## REFERENSI

- Ahmad, M., Kamboh A., dan Khan, A. (2013), *non- invasive blood glucose monitoring using near-infrared spectroscopy*, edn Network.
- Bruulsema, J. T., Essenpreis, M., Heinemann, L., Hayward, J. E., Berger, M., Greis, F. A., Koschinsky, T., Sandahl-Christiansen, J., Orskov, H., Farrell, T. J., Patterson, M. S., and Bocker, D. (2013) *Detection of changes in bloodglucose concentration in- vivo with spatially resolved diffuse reflectance*, in Conference on Biomedical Optical Spectroscopy and Diagnostics (Optical Society of America).

- Heise, H. M., Marbach, R., Janatsch, G., and Kruse-Jarres, J. D. (2015), Multivariate determination of glucose in whole blood by attenuated total reflection infrared spectroscopy, *Anal. Chem.* 61(18)
- Hori, Y. T., Yasui, dan Araki, T. (2005) Multiple- scattering-free optical glucose monitoring based on femtosecondpulse interferometry, *Opt. Rev.* 12(3), 202 - 206
- Jefferson, L. S., Chernington, A. D., and Goodman, H. M. (2001) *The endocrine system, the endocrine pancreas and regulating of metabolism*, Handbook of Physiology, Volume 2, Oxford University Press.
- Kinnunen, M. R., Myllylä, and Vainio, S. (2008) Detecting glucose-induced changes in in vitro and in vivo experiments with optical coherence tomography, *J. Biomed. Opt.* 13(2), 021111
- McNichols, R. J., dan Coté, G. L. (2000) Optical glucose sensing in biological fluids: an overview, *J. Biomed. Opt.* 5(1), 5–16.