

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes Mellitus atau disebut juga diabetes merupakan salah satu jenis penyakit dengan jumlah penderita sangat tinggi dan cenderung naik dengan cepat. Indonesia saat ini merupakan peringkat enam dunia dalam hal jumlah penderita diabetes. *International Diabetes Federation* menyatakan bahwa pada tahun 2017 terdapat 12 juta penderita diabetes di Indonesia (*IDF*, 2017). *Diabetes Mellitus* tidak dapat disembuhkan, yang dapat dilakukan hanyalah pengontrolan kadar gula darah untuk menjaga agar tubuh dalam keadaan sehat (Said dkk., 2016). Rutinnya pengukuran dan intensifnya perawatan berimbas pada tingginya biaya perawatan.

Diabetes Mellitus merupakan penyakit gangguan metabolik menahun akibat pankreas tidak memproduksi cukup insulin atau tubuh tidak dapat menggunakan insulin yang diproduksi secara efektif (*America Diabetes Association*, 2012). Ketiadaan insulin mengakibatkan gula darah tidak dapat diubah menjadi gula otot, akibatnya kadar glukosa darah meningkat secara signifikan. *Diabetes Mellitus* biasanya diindikasikan dengan merasa haus berlebihan, berat badan menurun terus-menerus, berbagai penyakit pada kulit dan bahkan hingga kehilangan kesadaran. Sedangkan komplikasi penyakit yang akan ditimbulkan antara lain gangguan penglihatan mata, katarak, penyakit jantung, sakit ginjal, luka sulit sembuh dan membusuk, gangguan pembuluh darah, stroke dan sebagainya.

Pengukuran kadar gula dalam tubuh manusia biasanya dilakukan dengan mengambil sampel darah dengan melukai tubuh pasien (*invasive*). Penusukkan jari atau lengan saat pengujian kadar gula darah seringkali mengakibatkan infeksi

karena tubuh penderita diabetes tidak dapat memproduksi insulin. Namun suntikan insulin memberikan efek samping dan ketidaknyamanan berupa penurunan konsentrasi, denyut jantung yang tidak stabil serta resiko penyebaran penyakit jika jarum tidak steril seperti alergi pada kulit dan kemerahan di sekitar tempat penyuntikan. Sehingga diagnosa diabetes tanpa melukai tubuh pasien (*noninvasive*) sangat dibutuhkan.

Pemantauan glukosa darah dengan jaringan tubuh (*Minimally-invasive*) juga telah dikembangkan. Pengukuran dilakukan dengan metode *iontophoresis* dan *sonophoresis*. Pada metode *iontophoresis*, senyawa polar bermuatan dan tidak bermuatan dari jaringan sel mengalir ke permukaan kulit ketika diberikan arus DC rendah (Sieg dkk., 2004). Hasil pengukuran dengan metode *iontophoresis* seringkali tidak konsisten dan proses pengukurannya mengakibatkan iritasi dan gatal-gatal. Metode *sonophoresis* memanfaatkan kenaikan permitivitas cairan interstitial akibat getaran mikro ketika gelombang ultrasonik diarahkan ke jaringan kulit (Kost dkk., 2000). Namun hasil pengujian kadar gula kurang akurat setelah dibandingkan dengan pengujian glukosa meter komersial.

Kelemahan metode *invasive* dan *minimally-invasive* mendorong pengembangan metode pengukuran *non-invasive*. Metode *non-invasive* dengan teknik spektroskopi ialah metode yang paling sering digunakan. Seperti teknik spektroskopi menggunakan cahaya Near Infrared (NIR) dalam rentang panjang gelombang 750-2500 nm yang dapat menembus jaringan. Penentuan kadar gula darah didasarkan pada puncak-puncak resonansi penyerapan gelombang NIR oleh molekul glukosa (Mendelson., dkk 1990). Pada cahaya NIR, terjadi interferensi

puncak absorpsi air, hamburan oleh kulit, otot dan tulang, sehingga memerlukan metode kalibrasi yang rumit (Yamakoshi dkk., 2007). Spektroskopi Raman dapat dilakukan langsung pada cairan tubuh, Karena absorpsi oleh air yang lemah, namun rendahnya intensitas hamburan tak elastis mengakibatkan pengukuran memakan waktu yang lama (Ellis, 2006). Waktu pengukuran dapat dipersingkat dengan menaikkan kekuatan laser, namun sangat beresiko bagi tubuh manusia. Selanjutnya spektroskopi dengan cahaya Mid-infrared (MIR), dimana menggunakan cahaya dengan panjang gelombang (2500-10000) nm dan memanfaatkan rendahnya absorpsi cahaya oleh molekul air (Tarr, 1991). Puncak glukosa yang dihasilkan lebih tajam, namun kedalaman penetrasi MIR menjadi sangat rendah sehingga pengukuran hanya dapat dilakukan dengan cara hamburan.

Pengukuran kadar gula secara *non-invasive* dapat dilakukan dengan menggunakan cairan tubuh lain seperti *urine*, air liur, keringat dan air mata (Sorvoja dan Risto, 2006). *Urine* merupakan cairan yang paling sering digunakan karena sangat mudah dikumpulkan dan mengandung informasi tentang metabolisme tubuh. Cairan lain seperti air mata sangat sulit untuk dikumpulkan, sedangkan air liur tidak memiliki korelasi yang signifikan dengan kadar gula darah (Bhumika dkk, 2015; Azizi dan Modaberi, 2014; dan Abikshyeet dkk, 2012).

Dibandingkan dengan menggunakan metode *non-invasive* teknik spektroskopi, serat optik sekarang ini banyak digunakan sebagai sensor. Serat optik memiliki kelebihan diantaranya respon pengukuran yang sangat cepat,

presisi dan akurasi yang tinggi, serta adanya penghubung antara sumber cahaya dengan fotodetektor (Zulaichah, 2004; Fidanboylu dan Efendioglu, 2009).

Sensor serat optik diklasifikasikan menjadi sensor serat optik instrinsik, sensor serat optik ekstrinsik dan sensor serat optik *evanescent*. Dibandingkan kedua sensor serat optik tersebut, sensor serat optik *evanescent* memiliki akurasi dan sensitivitas yang tinggi. Akurasi yang tinggi disebabkan karena sensor serat optik *evanescent* langsung berinteraksi dengan molekul glukosa di dalam *urine* sehingga tidak ada pembatas antara sampel dan gelombang *evanescent*. Sedangkan sensitivitas sensor serat optik *evanescent* tergantung pada jari-jari *bending* dan panjang pengupasan serat optik (Fridayanti, 2018). Pada panjang pengupasan serat optik divariasikan untuk melihat panjang daerah interaksi atau lamanya interaksi antara *urine* dan gelombang *evanescent*.

Hingga saat ini ada dua tipe sensor serat optik dengan jenis *evanescent* yang biasa digunakan, yaitu sensor serat optik lurus (Pratiwi, 2017) dan probe sensor kelembapan dengan serat optik berbentuk *U-turn* (Mikel, 2017). Beberapa hasil penelitian menemukan bahwa serat optik *U-turn* lebih sensitif dan akurat dibandingkan serat optik berbentuk lurus dan tidak ada dasar pertimbangan fisiknya. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilakukan variasi sudut pembengkokan dari sensor serat optik lurus hingga berbentuk *U-turn* dan panjang pengupasan serat optik untuk mengoptimasi sensitivitas dan akurasi sensor kadar gula darah secara *non-invasive* melalui sample *urine*.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisa pengaruh variasi sudut *bending* pada sensor serat optik dan panjang pengupasan untuk mendapatkan alat ukur sensitivitas dan akurasi terbaik dalam mengukur kadar gula darah.

1.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan desain sudut *bending* sensor serat optik dan panjang pengupasan dengan sensitivitas dan akurasi terbaik untuk pengukuran kadar gula darah melalui *urine*.

1.4 Ruang Lingkup

Batasan masalah dirumuskan agar penelitian ini dapat berlangsung terarah sesuai tujuan penelitian yaitu :

1. Sistem sensor serat optik menggunakan prinsip penyerapan gelombang *evanescent*.
2. Pengukuran sudut *bending* dan panjang pengupasan divariasikan, sedangkan radius *bending* dijaga konstan, yaitu 5 cm.
3. Sampel *urine* dari penderita DM sebanyak 8 variasi gula darah yang diambil di rumah sakit Dr. Reksodiwiryo.
4. Rangkaian fotodetektor dan elektronik yang digunakan telah dirancang oleh Nola Fridayanti S.si.