

RINGKASAN

Metode diagnosis dan terapi medis kanker kulit yang dilakukan selama ini merupakan dua metode yang terpisah dan bersifat *invasive*. Dalam penelitian ini di kaji dan didesain suatu sistem diagnosis dan terapi kanker kulit terpadu berbasis *nanolaser speckle imaging* dan logika *fuzzy* yang bersifat *non ionisasi* dan *non invasive*. Penelitian ini diawali dengan karakterisasi dosis energi *nanolaser* (laser Nd:YAG) yang sesuai untuk tujuan diagnosis dan terapi kanker kulit menggunakan mode *Q-switch* dan tanpa *Q-switch* pada *nanolaser*. Sensor *high speed CCD* yang terkoneksi pada fiber optik dengan mikrokontroler yang didesain, digunakan untuk pencitraan interaksi *nanolaser* pada jaringan kulit yang terindikasi tumor, dan dari hasil interaksi tersebut dihasilkan *nanolaser speckle imaging*. Sistem *fuzzy* yang didesain pada penelitian ini memiliki tiga prinsip dasar yaitu *fuzzifikasi*, *rule base*, dan *defuzzifikasi*. Input sistem *fuzzy* berupa : dosis energi, nilai frekuensi intensitas, luas dan kedalaman plasma yang dihasilkan oleh paparan *nanolaser* dengan mode *Q-switch* dan *focussing*, serta diameter dan kedalaman luka pada kulit. Output sistem *fuzzy* adalah kualitas jaringan kanker akibat paparan *nanolaser* dengan dengan berbagai variasi dosis energi. Sebagai justifikator utama dalam pengelompokan *input fuzzy* dan desain *rule base* adalah analisis mikroskopis dari interaksi paparan laser terhadap kanker kulit. Dari karakterisasi dosis energi dapat diketahui pada kondisi fisis seperti apakah yang sesuai untuk tujuan diagnosis dan terapi kanker kulit. Pada tahun pertama telah dihasilkan (1)dosis energi *nanolaser* untuk kepentingan diagnosis dan terapi, (2)Efek paparan *nanolaser* pada jaringan kulit secara *in-vivo* dan kemampuan regenerasi jaringannya (*re-epitelisasi*, *angiogenesis*, dan distribusi serabut kolage), (3)sistem *nanolaser speckle imaging* dapat diaplikasikan untuk kepentingan diagnosis medis berbasis sistem *fuzzy*, (4)desain sistem *Fuzzy* dengan *input membership function* segitiga, trapesium, dan gaussian, (5)dosis energi *nanolaser* yang sesuai untuk terapi kanker.

Pada tahun kedua ini dihasilkan dosis optimum dan efek interaksi laser terhadap jaringan kanker berupa area nekrotik sel tumor akibat terapi fotodinamik dalam set up sistem *Laser Speckle Imaging*. Tumor ditumbuhkan pada jaringan kulit mencit (*Mus musculus*)dengan menggunakan bahan pembangkit kanker Benzo[a]pirene, dua puluh tiga ekor mencit yang berumur 2-3 bulan digunakan sebagai hewan coba. Mencit diinduksi dengan bahan Benzo[a]pirene secara subkutan dengan masa pematangan selama satu bulan. Terapi dilakukan setelah tumor menunjukkan lesi kematangannya, mencit dipapari pada area tumor dengan dengan dua variasi yaitu penambahan bahan fotosensitizer (*Methylen Blue*) dan tanpa penambahan fotosensitizer, variasi dosis terapi sebesar 29,5 J/cm², 32,0 J/cm² dan 53,8 J/cm² selama 10 sekon dan *repetition rate* sebesar 10 hz, jumlah pulsa energi tunggal yang diberikan adalah 100 pulsa. Hasil paparan dosis energi laser Nd:YAG *Q-Switch* dalam sistem *Laser Induced Breakdown Spectroscopy* (LIBS) menunjukkan bahwa dosis energi sebesar 53,8 J/cm² merupakan dosis optimum menghasilkan area nekrotik. Sedangkan penembakan dosis energi dengan penambahan fotosensitizer menunjukkan area nekrotik tidak hanya pada area terapi laser. Peristiwa terbentuknya area nekrotik dalam terapi fotodinamik sendiri bergantung pada reaksi fotokimia, fototermal serta ablasi. Reaksi fotokimia merupakan reaksi antara bahan fotosensitizer dengan sinar laser, sedangkan interaksi termal dapat diketahui melalui perhitungan suhu plasma dan luasan area nekrotik pada jaringan kulit mencit dikarenakan peristiwa *optical breakdown* yang terjadi akibat jaringan berada pada suhu yang terlalu tinggi dan menghasilkan lubang yang diikuti dengan fenomena terbentuknya plasma dan pada penelitian ini plasma yang tertangkap oleh dektektor dihitung suhu keluaran plasma untuk membuktikan efek *hypertermia* dalam membunuh sel tumor.

Untuk mendeteksi kerusakan jaringan kulit dibangun alat mikroskop digital ekonomis berbasis autofocus. Mikroskop yang didesain dilengkapi dengan program untuk mengendalikan motor penggerak fokus yang menggerakkan tabung mikroskop, pengatur kecerahan pencahayaan LED, serta program untuk pengukuran diameter dan kedalaman kerusakan jaringan kulit akibat terpapar laser Nd:YAG *Q-Switch* secara digital. Kecepatan motor penggerak fokus yang menggerakkan tabung mikroskop dikendalikan berdasarkan waktu jeda pulsa *on* dan *off* sedangkan kecerahan pencahayaan dikendalikan oleh sinyal PWM yang dihasilkan mikrokontroler. Besarnya waktu jeda pulsa *on* dan *off* antara 1 milisekon hingga 100 milisekon. Hasil pengukuran yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pegeseran terkecil tabung mikroskop sebesar 23 μm /milisekon. Tingkat akurasi pengukuran digital diameter dan kedalaman lubang kerusakan jaringan kulit yang terpapar laser Nd-YAG *Q-Switch* sebesar 92,192 % hingga 99,85226 %. Diperlukan optimasi sistem di tahun kedua untuk peningkatan kinerja sistem *laser speckle imaging* secara keseluruhan.

Kata Kunci : *Laser Nd: YAG, Q-Switch, plasma, Fotodinamik terapi, Fotosensitizer, Nekrosis, Benzo[apirene, Methylen Blue, nanolaser speckle imaging, mikroskop digital autofocus*

