

ABSTRAK

PENCITRAAN FOTOAKUSTIK NON-INVASIF BERBASIS LASER DIODA NEAR-INFRARED UNTUK MENDETEKSI INFLAMASI GINGIVA

Oleh

Atika Windra Sari
21/490552/SPA/00834

Infeksi bakteri akibat kurangnya menjaga kesehatan gigi dan mulut dapat menyebabkan peradangan pada jaringan lunak mulut antara lain di area gingiva (gusi). Pencitraan fotoakustik merupakan teknik pencitraan yang menggabungkan pencitraan optik dan akustik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendeteksi inflamasi gingiva dan gigi disekitarnya menggunakan teknik pencitraan fotoakustik non-invasif berbasis laser dioda *near-infrared* 808 nm. Penelitian ini menggunakan hewan coba tikus *Sprague-Dawley* yang dibagi menjadi 4 kelompok antara lain kelompok sehat (K), inflamasi ringan (P1), inflamasi sedang (P2), dan inflamasi berat (P3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi modulasi laser dan *duty cycle* laser yang optimal untuk mencitrakan gingiva berturut-turut adalah 13 kHz dan 50%. Panjang gelombang laser yang digunakan diserap baik oleh kromofor di dalam sampel yang dicitrakan. Intensitas akustik gingiva dari yang tertinggi ke terendah berturut-turut adalah -31 ± 1 dBfs (P3), -52 ± 1 dBfs (P2), -75 ± 1 dBfs (P1), dan -81 ± 1 dBfs (K). Sinyal akustik yang direkonstruksikan menjadi citra memiliki nilai *gray level* yang berbeda-beda antara lain 104 ± 1 (P3), $97,6 \pm 0,4$ (P2), $91,3 \pm 0,5$ (P1), dan 65 ± 1 (K). Hasil nilai intensitas akustik dan *gray level* tersebut menunjukkan bahwa pencitraan fotoakustik dapat membedakan kondisi normal dan inflamasi. Panjang penurunan gingiva setiap sampel dapat ditentukan berdasarkan hasil citra fotoakustik. Lapisan email dan dentin pada gigi dapat dicitrakan dengan jelas menggunakan metode subpermukaan. Citra yang diolah menggunakan *Generative Adversarial Network* (GAN) memiliki kualitas citra yang tinggi dan *noise* yang rendah berdasarkan nilai *Peak Signal-to-Noise Ratio* (PSNR), *Mean Squared Error* (MSE), dan histogram citra. Sistem pencitraan fotoakustik pada penelitian ini mampu mendeteksi inflamasi gingiva dan gigi disekitarnya berdasarkan citra dan sinyal akustik yang diperoleh. Oleh sebab itu, sistem ini diharapkan dapat mencitrakan inflamasi gingiva secara non-invasif, *low-cost*, *real-time*, dengan sistem mekanik lebih stabil sehingga menghasilkan kualitas citra fotoakustik yang lebih baik.

Kata kunci: pencitraan fotoakustik, inflamasi, gingiva, lapisan gigi, laser dioda, subpermukaan, GAN.

ABSTRACT

NON-INVASIVE PHOTOACOUSTIC IMAGING BASED ON THE NEAR-INFRA-RED DIODE LASER TO DETECT GINGIVAL INFLAMMATION

by

Atika Windra Sari
21/490552/SPA/00834

Bacterial infections caused by a lack of oral hygiene can cause inflammation of the soft tissues of the oral cavity, including in the gingival (gum) area. Photoacoustic imaging is a hybrid imaging technique that combines optical and acoustic imaging. The purpose of this study was to detect gingival inflammation and surrounding tooth inflammation using a non-invasive photoacoustic imaging technique based on an 808 nm near-infrared diode laser. As experimental animals, Sprague-Dawley rats were divided into four groups: healthy (K), incipient (P1), moderate (P2), and advanced (P3) inflammation. The optimal laser modulation frequency and laser duty cycle for imaging the gingiva were determined to be 13 kHz and 50%, respectively. The chromophore in the sample being imaged absorbs the laser wavelength well. The acoustic intensity from higher to lower are -31 ± 1 dBfs (P3), -52 ± 1 dBfs (P2), -75 ± 1 dBfs (P1), dan -81 ± 1 dBfs (K). The acoustic signals reconstructed into images have different gray value levels, including 104 ± 1 (P3), 97.6 ± 0.4 (P2), 91.3 ± 0.5 (P1), and 65 ± 1 (K). The acoustic intensity and gray value result indicate that photoacoustic imaging can distinguish between normal and inflammatory conditions. The photoacoustic image results can be used to determine the length of gingival reduction for each sample. Subsurface methods can clearly image the enamel and dentin layers of teeth. Images processed with Generative Adversarial Network (GAN) have higher image quality and lower noise based on the Peak Signal-to-Noise Ratio (PSNR), Mean Squared Error (MSE), and image histogram values obtained. Based on the image and acoustic signal obtained, the photoacoustic imaging system in this study was able to detect inflammation of the gingiva and surrounding teeth. As a result, the photoacoustic imaging system is expected to be capable of imaging gingival inflammation in real time, while the mechanical system is more stable and produces higher-quality photoacoustic images, low-cost and non-invasive.

Keywords: photoacoustic imaging, inflammation, gingiva, teeth layers, diode laser, subsurface, GAN.