

Potensi Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) Sebagai Pendeteksi Bakteri (Studi Awal Detektor Makanan Halal)

Hadi Kurniawan

Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

Email : hadik@ar-raniry.ac.id

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan mikroorganisme pada sebuah benda yang merupakan kebutuhan dasar manusia. Bakteri *Eschericia coli* sebagai mikroorganisme patogen banyak ditemukan didalam feses hewan. Penggunaan laser untuk mendeteksi keberadaan bakteri memberikan hasil yang cukup signifikan. Dengan panjang gelombang 532 nm dan 650 nm spektrum spekel bisa ditangkap oleh kamera CMOS 30 fps 12 mp dengan baik, sehingga dihasilkan intensitas kontras yang berbeda. Pengukuran intensitas dilakukan dengan menggunakan software matlab dengan arah penyinaran Vertikal dan ukuran gambar 320x240 piksel.

Kata kunci: Bakteri *Eschericia Coli*, Laser, Spekel, intensitas, piksel

Abstract

This research was conducted to determine the existence of microorganisms on an object which is a basic human need. Bacteria *Eschericia coli* as pathogenic microorganisms commonly found in animal feces. The use of lasers to detect the presence of bacteria provides significant results. With a wavelength of 532 nm and 650 nm the speckle spectrum can be captured by a 30 mps 30 fps CMOS camera properly, resulting in different contrast intensities. Intensity measurement is done using matlab software with Vertical irradiation direction and image size 320x240 pixels.

keywords: *Eschericia Coli* Bacteria, Laser, Speckle, intensity, piksel

1. Pendahuluan

Dalam ilmu fisika, cahaya adalah energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang tampak dengan panjang gelombang sekitar 380-750 nm. Dengan adanya cahaya yang menjalar pada suatu tempat, secara otomatis energi juga akan berpindah ke tempat tersebut. Sifat dualisme cahaya sebagai partikel dan gelombang membuat cahaya memiliki sifat yang unik untuk diteliti. Laser sebagai teknologi yang memanfaatkan cahaya akhir-akhir ini semakin pesat perkembangannya, laser tidak hanya digunakan dalam kegiatan medis, keamanan atau estetika, akan tetapi laser juga dapat memiliki potensi sebagai sensor pendeteksi material berukuran mikrometer bahkan sampai nanometer.

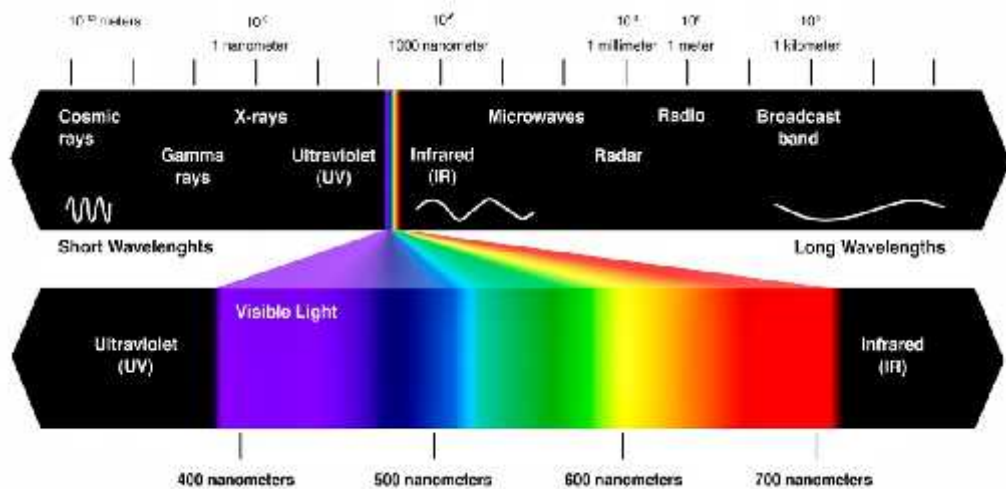
Penelitian di *Korea Advanced Institute of Science and Technology* menyatakan bahwa mereka telah berhasil membuat sebuah sensor berbasis Laser merah yang bisa mendeteksi keberadaan bakteri pada makanan dengan pola refleksi yang berbeda saat ditembakkan pada sampel yang mengandung bakteri, sehingga potensi manusia mengalami keracunan akibat bakteri dapat diminimalisasi (Silvia Galikano, CNN Indonesia). Keberhasilan para peneliti mendeteksi berbagai macam bakteri merupakan langkah baru bagi umat islam dalam

pengintegrasian sains teknologi dalam mewujudkan gaya hidup halal yang merupakan suatu tuntutan yang sangat mendesak. Oleh karena itu Aplikasi laser sangat berpotensi sebagai detektor halal bagi umat islam.

2. Tinjauan Pustaka

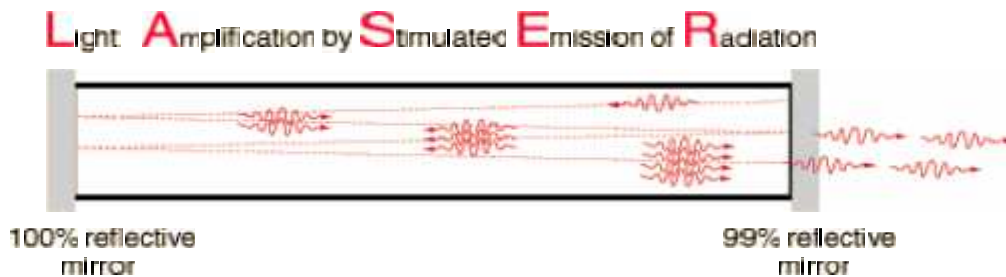
Cahaya merupakan salah satu besaran fisika yang sangat penting dalam kehidupan, tanpa cahaya tidak satupun benda yang berada di dunia ini akan terlihat. Secara fisika cahaya dapat diartikan sebagai pancaran energi dalam bentuk gelombang elektromagnetik yang berasal dari sumber cahaya. Sumber cahaya adalah benda-benda yang dapat mengeluarkan energi elektromagnetik atau disebut dengan radiasi elektromagnetik. Salah satu sumber cahaya adalah matahari, dimana matahari memancarkan radiasi elektromagnetik sehingga sampai ke bumi, radiasi tersebut juga membawa partikel-partikel kecil yang memiliki energi dan disebut photon.

Cahaya yang sampai ke bumi memiliki beberapa karakter, ada yang disebut dengan cahaya tampak ada pula cahaya yang tidak tampak. Karakterisasi cahaya tampak dan tidak tampak bergantung pada panjang gelombang (λ) dari cahaya itu sendiri. Hasil eksperimen menunjukkan panjang gelombang dari masing-masing cahaya tersebut yang kemudian disebut dengan spektrum gelombang.



Gambar1. Spektrum gelombang elektromagnetik (sumber kelasbelajarku.blogspot.co.id)

Laser adalah cahaya yang diperkuat dengan cara menstimulasi radiasi yang terjadi pada sebuah sumber cahaya. Cahaya yang dihasilkan akan direfleksikan secara berulang-ulang sehingga pada suatu keadaan akan dikeluarkan dalam bentuk sinar yang fokus terhadap suatu objek.



Gambar 2. Mekanisme laser (sumber hyperphysics)

Karakteristik LASER menurut beberapa ahli adalah:

- a. Koheren
Bagian lain dari Laser berhubungan satu sama lain dalam fasenya. Hubungan ini terjadi karena satu fase saling menguatkan dengan fase yang lain sehingga efek penguatan itu bisa memungkinkan untuk digunakan dalam teknologi hologram
- b. Monokromatik
Cahaya laser terdiri dari satu panjang gelombang yang konstan yang dihasilkan oleh emisi atom pada level energi yang sama
- c. Fokus
Karena laser merupakan cahaya yang diperkuat akibat refleksi maka cahaya yang dikeluarkan bergerak lurus dan terarah pada satu titik

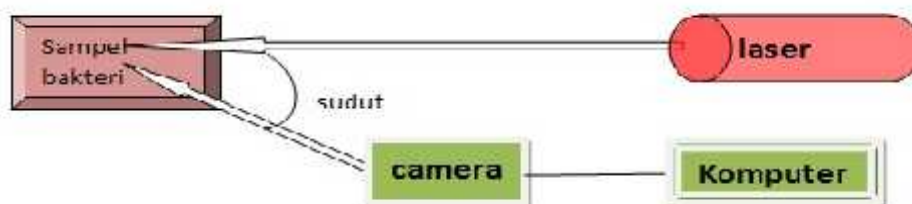
3. Metodologi Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan pada penelitian ini adalah eksperimen laboratorium dimana dilakukan persiapan penelitian, proses penelitian dan identifikasi hasil penelitian di dalam laboratorium. Adapun proses penelitian dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1.

Desain alat yang digunakan seperti gambar 2.



Gambar 2.

4. Hasil dan pembahasan

Penelitian ini telah dilakukan dengan menggunakan bakteri *escericia coli* sebagai objek penembakan sinar laser. Bakteri *escericia coli* didapatkan dari sampel kotoran kambing yang di tumbuhkembangkan dan dikumpulkan di laboratorium mikroorganisme Fakultas kedokteran hewan Universitas Syiah Kuala. Rancang bangun peralatan shooting point laser dilakukan di laboratorium Optoelektronika jurusan Fisika FMIPA Universitas Andalas dengan mengadopsi unit peralatan yang sudah tersedia di laboratorium tersebut. Unit peralatan *shooting point* terdiri dari kamera webcam 12 megapixel dengan frekuensi 30 fps dengan sensor CMOS dipadukan dengan laser Dioda Hijau kelas II, panjang gelombang 532 nm kemudian laser dioda merah kelas II dengan panjang gelombang yang dihasilkan 650 nm.

Penembakan sampel koloni bakteri dilakukan berulang-ulang sehingga didapatkan gambar spekel yang bagus dan bisa dihitung konstanta kontrasnya. Pada saat ini gambar hasil penembakan bakteri sudah didapat sehingga dapat dilakukan langkah selanjutnya yaitu mengolahh citra gambar spekle hasil tembakan bakteri menjadi intensitas. Hasil intensitas yang terbacamenunjukkan adanya anomali, sehingga dapat diproyeksikan keberadaan dan keadaan bakteri pada sebuah bahan.

Hasil penembakan laser pada bakteri *staphylococcus epidermidis* menunjukkan terjadi penurunan aktivitas dan pengurangan persentase jumlah bakteri. Hal ini diakibatkan oleh intensitas cahaya dan temperatur yang mengenai tubuh bakteri mengakibatkan bakteri mengalami kerusakan struktur tubuh (Yusro Ahmadiyah, 2016).

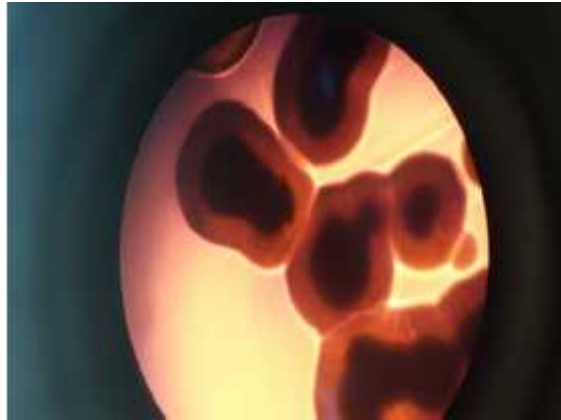
4.1. Perbandingan Citra Mikroskop Optik Dengan Pola Spekel Laser

Dari hasil penelitian yang dilakukan dengan menggunakan mikroskop, didapatkan gambar mikroorganisme bakteri *escericia coli* yang ditumbuhkan di laboratorium kedokteran hewan Unsyiah adalah sebagai berikut.



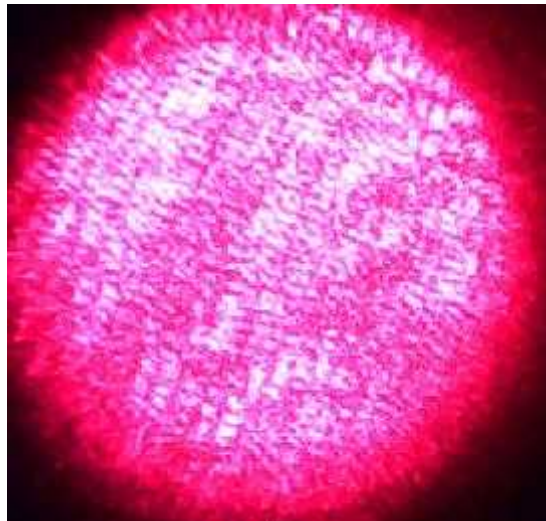
Gambar 3. Koloni Bakteri e coli

Citra mikroskop optik menunjukkan ada keberadaan koloni bakteri *escericia coli* pada sampel kotoran kambing, dengan menggunakan perbesaran 40 kali tubuh bakteri dapat terlihat dengan jelas, akan tetapi bagian – bagian dari bakteri tersebut tidak bisa terlihat dengan jelas karena kemampuan perbesaran miroskop hanya 40 kali. Ketika dilakukan perbesaran menjadi 100 kali, bentuk fisis dari bakteri *escericia coli* tidak dapat dilihat dengan jelas. Hal ini disebabkan karena preparat bakteri yang digunakan terlalu tebal.

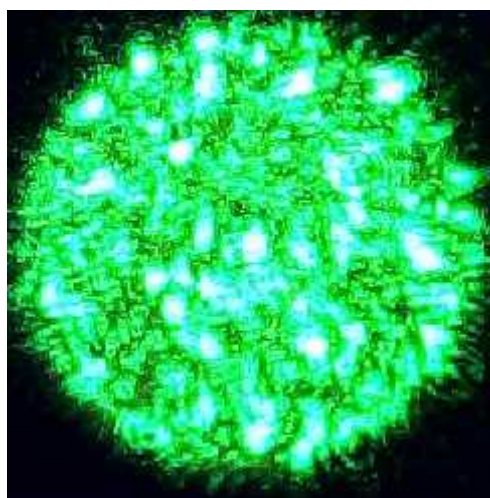


Gambar 4. Tubuh e coli

Gambar 4. Menunjukkan beberapa sel bakteri *Escherichia coli* yang utuh, dilihat dengan menggunakan mikroskop optik dengan perbesaran 40 kali



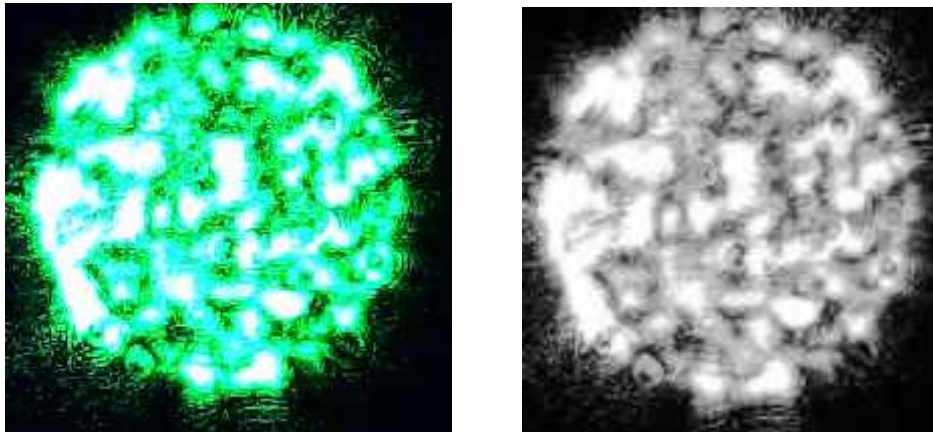
Gambar E. Tubuh e coli



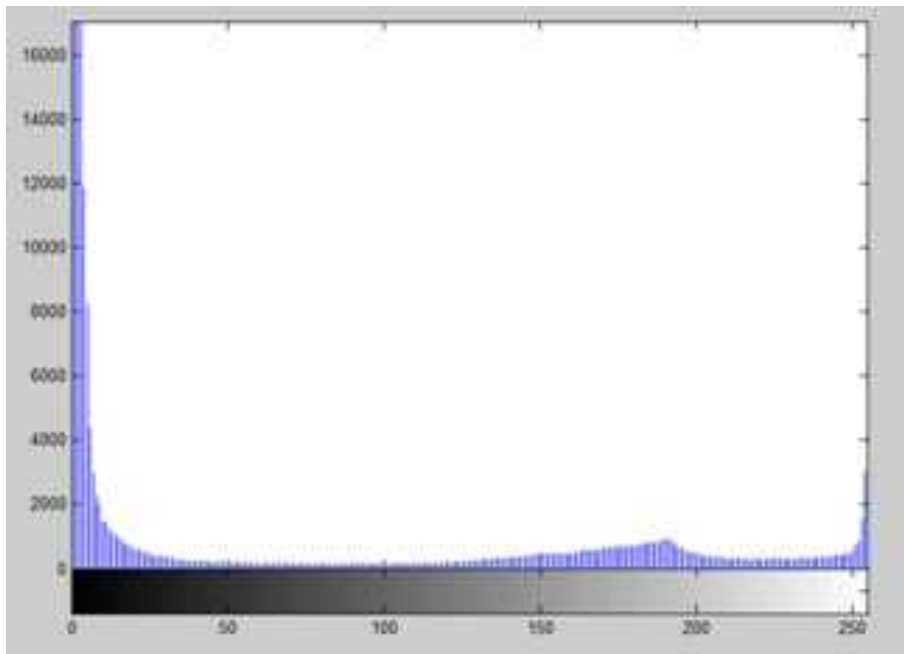
Gambar F Tubuh e coli

Ketika dilakukan penembakan laser terhadap sel organik yang dilakukan ditemukan bahwa nilai cahaya refleksi yang terjadi pada bahan tersebut memiliki pola spekle yang berbeda. Semakin tebal dental plaq yang terjadi maka nilai kontras spekle menjadi semakin rendah, sebaliknya ketika dental plaq semakin tipis maka nilai kontras dari spekel yang terjadi semakin tinggi. Hal ini disebabkan oleh jumlah koloni mikroorganisme pada bagian sampel tersebut. Semakin banyak mikroorganisme pada sebuah sampel maka cahaya laser yang masuk ke dalam koloni akan semakin banyak sehingga cahaya laser yang direfleksikan semakin sedikit, akibatnya pola spekel yang terbentuk menjadi banyak titik gelapnya sehingga nilai kontrasnya semakin kecil.

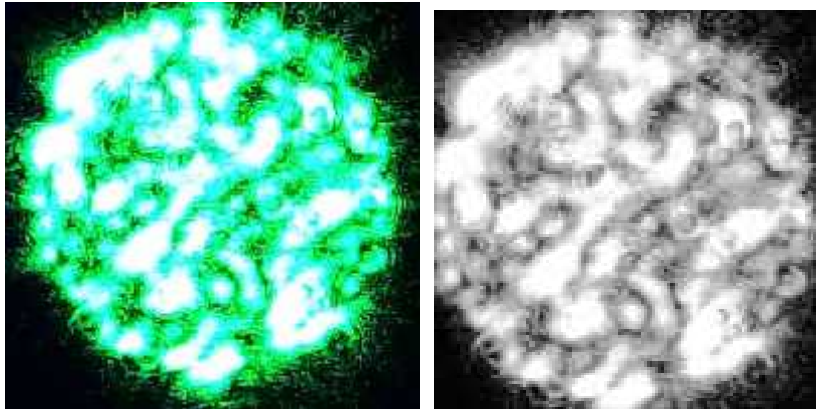
4.2. Pengolahan citra spekel laser dengan Matlab 7



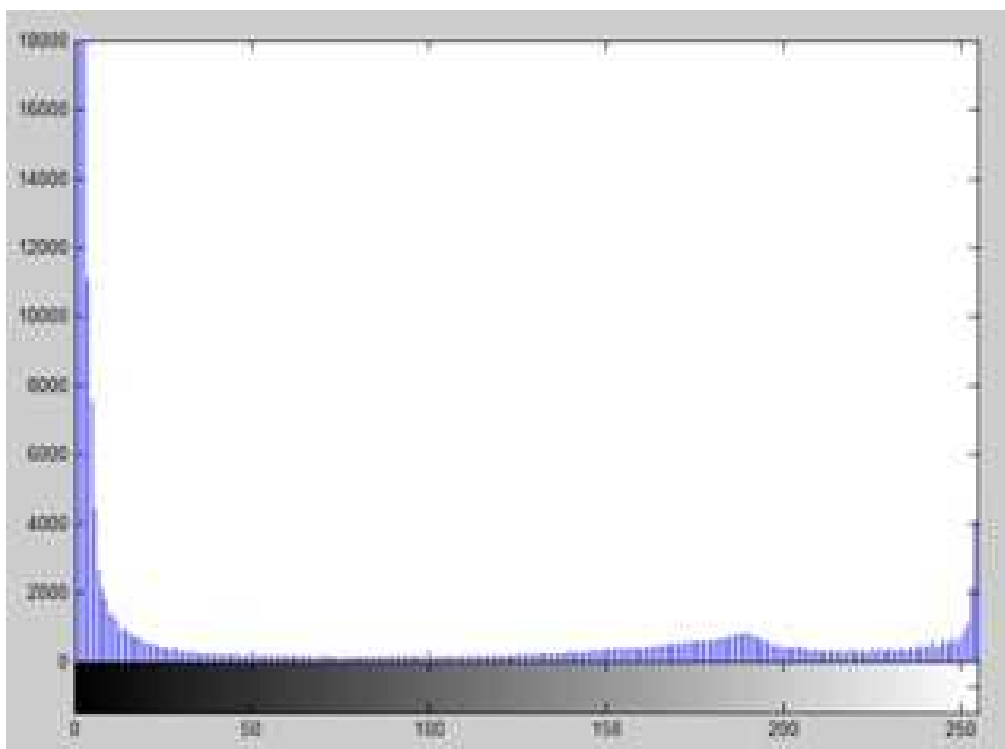
Gambar 5. Citra Laser Berwarna dan Grey Scale (Gambar Pertama, “ada bakteri”)



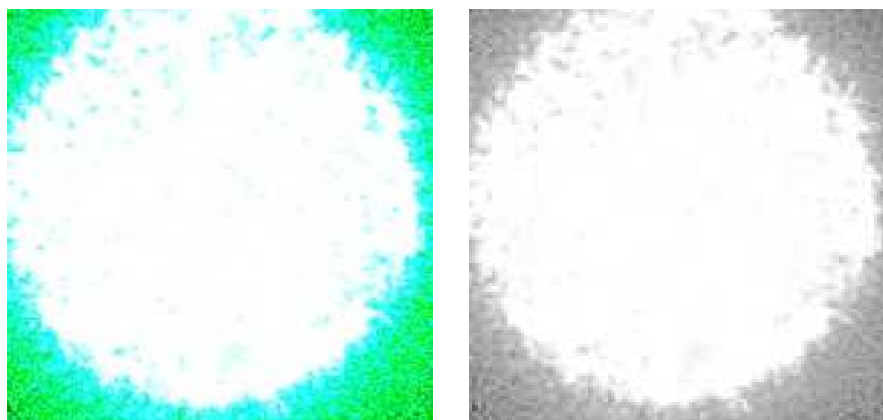
Gambar 6. Histogram (Gambar Pertama)



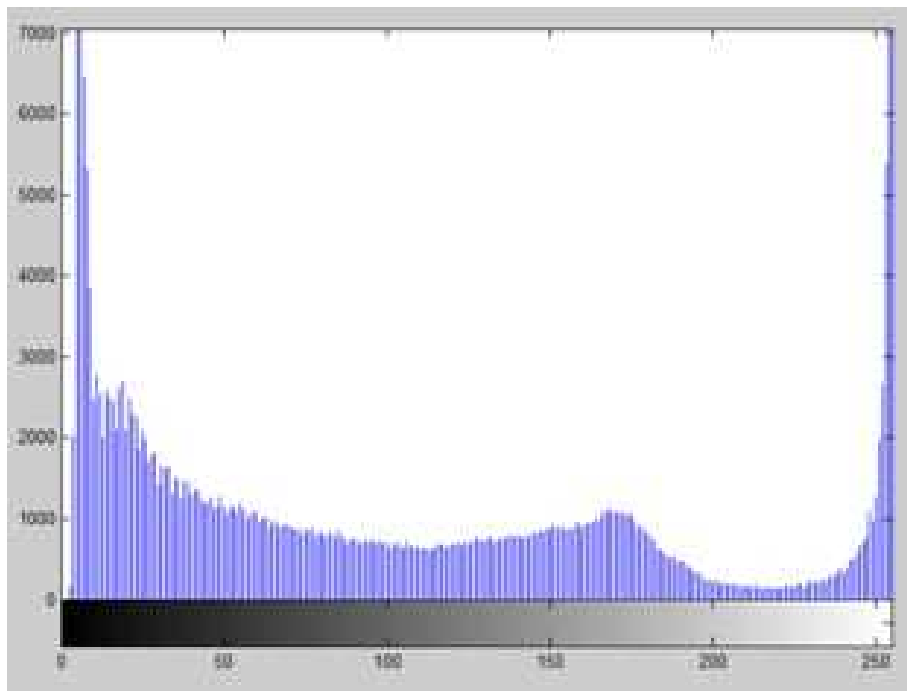
Gambar 7. Citra Laser Berwarna dan Grey Scale (gambar kedua)



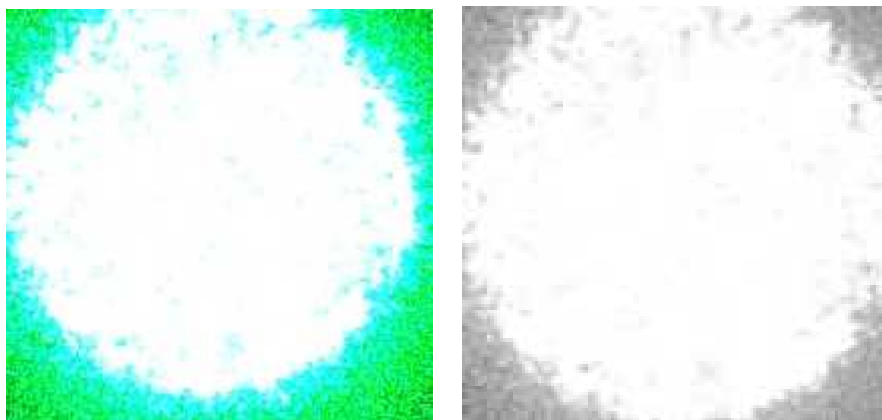
Gambar 8. Histogram (Gambar kedua)



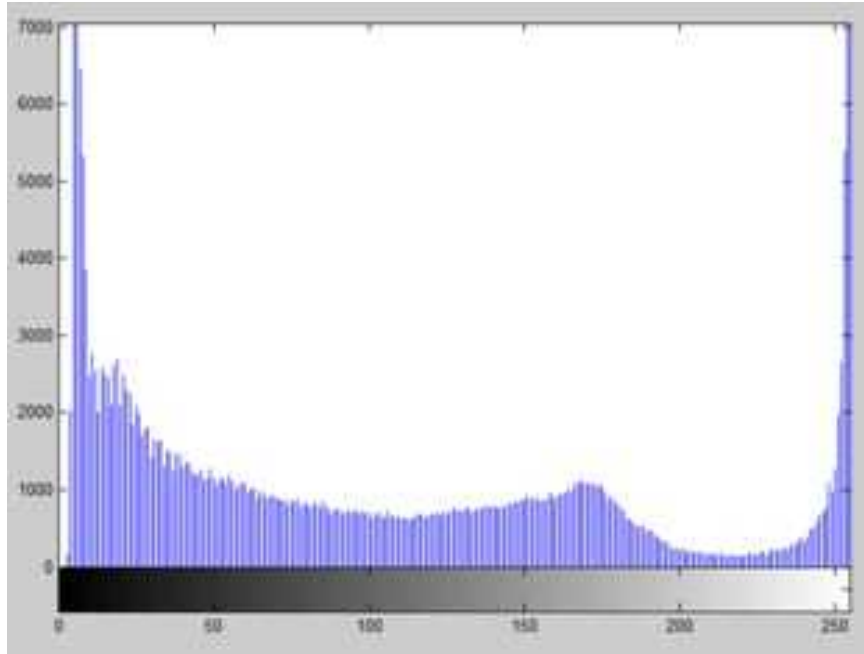
Gambar 9. Citra Laser Berwarna dan Grey Scale Gambar e. (tidak ada bakteri)



Gambar 10. Histogram (tidak ada bakteri)



Gambar 11. Citra Laser Berwarna dan Grey Scale gambar f (tidak ada bakteri)



Gambar 12. Histogram Gambar f (tidak ada bakteri)

Tabel 1. Data pengambilan citra sampel

no	Gambar	Mean (μ) (x1000)	Variance (σ^2)	Skewness(σ_3)	Kurtosis (σ_4)	Entropy (H)
1	1	0.0505	6.5723	0.0014	0.0002	0.0050
2	2	0.0508	6.9735	0.0014	0.0003	0.0048
3	3	0.0485	6.4591	0.0014	0.0004	0.0048
4	4	0.0462	6.0533	0.0015	0.0005	0.0047
5	5	0.0659	6.0492	0.0010	-0.0003	0.0064
6	6	0.0604	4.9700	0.0009	-0.0007	0.0062
7	7	0.0656	5.4185	0.0010	-0.0003	0.0065
8	A	0.1316	2.4573	-0.0012	0.0002	0.0070
9	B	0.1271	4.3318	-0.0002	-0.0010	0.0079
10	C	0.1031	4.7695	-0.0002	-0.0014	0.0074
11	D	0.1458	5.8925	-0.0002	-0.0015	0.0078
12	E	0.1178	8.6877	0,0003	-0.0014	0.0070
13	F	0.1174	8.7079	0,0003	-0.0014	0.0070

Pada penembakan sampel 1 sampai 7 didapatkan nilai meannya hampir sama yaitu berkisar dari 46,2 sampai 60,4, hal ini dikarenakan sampel yang ditembak adalah sampel yang didalamnya terdapat koloni bakteri, kemudian sampel dengan inisial huruf A sampai F nilai meannya juga memiliki kecenderungan yang sama yaitu 103,1 sampai 145,8

5. Kesimpulan dan Saran

a. Kesimpulan

Penembakan bakteri *Escherichia coli* oleh laser menghasilkan bentuk spekel yang spesifik dan bisa dijadikan acuan keberadaan bakteri pada sebuah benda atau bahan. Panjang gelombang yang dipancarkan dari laser ada sebagian yang diabsorpsi oleh bakteri dan sebagian lagi di refleksikan. Besarnya absorpsi cahaya laser oleh bakteri ditunjukkan dengan intensitas kontras dari spekel cahaya laser yang ditembakkan pada bakteri. Semakin terang cahaya spekel yang diterima oleh kamera maka potensi keberadaan bakteri semakin kecil, sebaliknya semakin kecil intensitas cahaya spekel yang diterima oleh kamera maka potensi keberadaan bakteri semakin besar.

b. Saran

Untuk penelitian selanjutnya perlu diteliti lagi sifat spesifik dari besarnya absorpsi dan reflektansi dari tubuh bakteri, sehingga dapat menentukan mana bakteri baik dan mana bakteri yang patogen

REFERENSI

- Ahmadiyah Yusro. (2016). *Optimasi laser dioda 405 nm untuk penonaktifan biofilm bakteri staphylococcus epidermidis*. Skripsi, Fisika FST UIN Maulana Malik Ibrahim .Malang.
- Harmadi. (2011). *Aplikasi Pola Spekel Akusto-Optik untuk Pendeteksian Vibrasi Akustik pada Dental Plaque Biofilm*, Disertasi, PPs Universitas Airlangga, Surabaya.
- Meli. Dkk. (2013). Analisis pola dan ukuran bulir spekel menggunakan LSI pada lapisan tipis TiO₂, *jurnal fisika dan aplikasinya*, volume 9 no 2.
- Pelczar, J. M. dan Chan, E. C. S. (1998). *Dasar-dasar Mikrobiologi*. UI-Press, Jakarta.
- Periassami. (2009). *Optical probe in biology*. CRC press. New York
- Photonic spectra. (2017). *The bandwidth bottleneck*. Laurin Publishing, Sunnyvale.
- Shulika oleksiy. (2009). *Advanced lasers (laser physics and technology for applied and fundamental science)*. Springer. USA
- Silvia Galikano, CNN Indonesia | Rabu, 25/05/2016 09:54 WIB
- Tippler, P.A. (1991). *Fisika Untuk Sains dan Teknik*. Erlangga . Jakarta.
- Thomas h lee. (2009). *The design of CMOS radio frequency integrated circuit*. Cambridge www.hyperphysics.com