

Penentuan Sifat Magnetik Obat dan Limbah Balur Berdasarkan Fenomena *Fluorescence Resonance Energy Transfer* (FRET)

Dina A. Chusniyah^{1)*}, Djoko H. Santjojo²⁾, Chomsin S. Widodo²⁾

¹⁾ Program Studi Magister Ilmu Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

²⁾ Jurusan Fisika, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang

Diterima 28 Januari 2014, direvisi 01 April 2014

ABSTRAK

Salah satu aplikasi bahan magnetik di bidang medis secara *in vivo* dapat dikembangkan dengan metode balur. Metode balur merupakan pengembangan dari metode kerikan, pilisan, atau baluran dengan cuka aren dicampur bawang. Balur bertujuan untuk mendetoksifikasi gas atau proses pengeluaran racun yang berupa radikal bebas dan gas merkuri melalui kulit. Balur bertujuan untuk mendetoksifikasi gas atau proses pengeluaran racun yang berupa radikal bebas dan gas merkuri melalui kulit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan fenomena *Fluorescence Resonance Energy Transfer* (FRET) dari interaksi inter molekuler. Studi penentuan sifat magnetik obat dan limbah balur berdasarkan fenomena *Fluorescence Resonance Energy Transfer* (FRET) dapat diidentifikasi dengan memanfaatkan interaksi intermolekul dari obat dan limbah balur yang ditransfer ke akseptor (rhodamin B) dengan cara non-radiasi. Penentuan sifat magnetik dari obat dan limbah balur dapat diketahui berdasarkan konversi internal yang diperoleh dari selisih energinya, yaitu selisih energi eksitasi dan emisi pada obat balur sebesar 828,25 eV sedangkan pada limbah balur selisih energinya (ΔE) sebesar 414,125 eV. Perbedaan selisih energi obat dan limbah balur (ΔE) disebabkan oleh perbedaan waktu yang dilakukan oleh elektron ketika di sublevel eksitasi terendah, semakin lama elektron berada di sublevel eksitasi terendah, maka elektron tersebut semakin banyak kehilangan energi.

Kata kunci : Sifat magnetik obat, limbah balur, *Fluorescence Resonance Energy Transfer* (FRET).

ABSTRACT

One of the application of magnetic materials in medical *in vivo* can be developed by rubbing method. Rubbing method is developed by others method like kerikan, pilisan, or mixing of sugar palm vinegar and onion rubbing. This method aimed to gases detoxify or toxin releasing process; free radical and mercury through skin. The purpose of this research was to determine the phenomenon of fluorescence resonance energy transfer (FRET) of inter molecular interactions. Study of determination of magnetic properties of rubbing medicine and waste based on FRET phenomenon can be identified by using non radiated intermolecul interaction from the transfred rubbing medicine and waste to dye acceptor (rhodamin B). Magnetic properties determination of rubbing medicine and waste can be known based on internal conversion of it is difference energy. Difference excitation and emission energy of rubbing medicine was 828,25 eV while in the rubbing waste was 414,125 eV. The difference energy between rubbing medicine and waste caused by difference time of electron to be in the lowest energy excitation sublevel, electron will loss a lot of energy when it was longer at the lowest excitation sublevel energy.

Keywords : Properties medicine, waste rubbing, *Fluorescence Resonance Energy Transfer* (FRET).

PENDAHULUAN

Penelitian dan pengembangan bahan

*Corresponding author :

E-mail: dinachusniyah@gmail.com

magnetik akhir-akhir ini semakin bervariasi, tidak hanya bersifat kimia, akan tetapi terdapat mekanisme baru salah satunya adalah mekanisme secara fisika yang mengandalkan reaksi fisis. Dalam pemanfaatannya bahan magnetik menawarkan beberapa kemudahan, salah satunya adalah aplikasi bahan magnetik

dalam bidang biomedis [7]. Pemanfaatan bahan magnetik di bidang medis secara *in vivo* antara lain digunakan pada pengobatan hiperthermia yaitu untuk menyembuhkan penyakit tumor, sebagai sistem pengiriman obat, dapat digunakan untuk diagnosis penyakit dengan menggunakan *Magnetic Resonance Imaging* (MRI). Selain teknik *in vivo* bahan magnetik dapat dimanfaatkan secara *in vitro* antara lain untuk pelabelan sel, separasi sel, dan digunakan untuk analisis *genome* [7].

Salah satu aplikasi bahan magnetik di bidang medis secara *in vivo* dapat dikembangkan dengan metode balur. Metode balur merupakan pengembangan dari metode kerikan, pilisan, atau baluran dengan cuka aren dicampur bawang. Balur bertujuan untuk mendetoksifikasi gas atau proses pengeluaran racun yang berupa radikal bebas dan gas merkuri melalui kulit [3]. Melalui metode balur, terjadi proses pelepasan elektron dan logam yang terikat oleh asam amino aromatis dan struktur DNA. Produk pelepasan dan pengeluaran logam berat melalui uap atau cairan yang dikeluarkan dalam baluran dapat dibuktikan dengan tingginya kandungan aneka logam dari perubahan warna cairan menjadi kehitaman [6].

Sifat magnetik obat dan limbah balur dapat ditentukan dengan menggunakan *Electron Spin Resonance* (ESR), penentuan sifat magnetik dengan metode ini dapat diamati dari sistem atom yang memiliki momen magnetik permanen. Tingkat energi dari sistem magnetik ini dipengaruhi oleh atom dan medan sekitarnya. Transisi magnet eksternal dapat dideteksi dengan memantau daya yang diserap dari medan magnet. Salah satu contohnya yaitu transisi atom yang bisa terdeteksi oleh penyerapan cahaya. Selain menggunakan ESR penentuan sifat magnetik dapat diamati dari fenomena FRET. Studi penentuan sifat magnetik obat dan limbah balur berdasarkan fenomena *Fluorescence Resonance Energy Transfer* (FRET) dapat diidentifikasi dengan memanfaatkan interaksi intermolekul dari obat dan limbah balur yang ditransfer ke akseptor (rhodamin B) dengan cara non-radiasi.

METODE PENELITIAN

Jenis sampel yang digunakan pada penelitian ini dapat diamati pada Tabel 1. Alat

yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Confocal Laser Scanning Microscope* (CLSM), CLSM merupakan suatu alat yang digunakan untuk mengamati sampel berdasarkan adanya pendaran (*fluorescence*). *Fluorescence* adalah proses pemancaran radiasi cahaya oleh suatu materi setelah tereksitasi oleh berkas cahaya berenergi tinggi. Emisi (pancaran) cahaya terjadi karena proses absorpsi cahaya oleh atom yang mengakibatkan keadaan atom tereksitasi. Keadaan atom yang tereksitasi akan kembali menuju keadaan semula dengan melepaskan energi yang berupa cahaya (de-eksitasi).

Tabel 1. Sampel penelitian tanpa diberi rhodamin B.

No	Nama sampel	Perlakuan 1
1	Obat Acetosol	Tanpa diberi rhodamin B
2	Limbah Acetosol	Tanpa diberi rhodamin B
3	Obat Benzoquinon	Tanpa diberi rhodamin B
4	Limbah Benzoquinon	Tanpa diberi rhodamin B

Tabel 2. Sampel penelitian yang diberi rhodamin B.

No	Nama sampel	Perlakuan 2
1	Obat Acetosol	Diberi rhodamin B
2	Limbah Acetosol	Diberi rhodamin B
3	Obat Benzoquinon	Diberi rhodamin B
4	Limbah Benzoquinon	Diberi rhodamin B

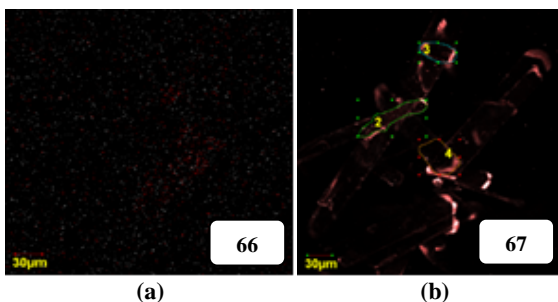
CLSM dapat digunakan untuk mengamati sampel yang tidak berpendar, dengan menambahkan zat pewarna yang mampu berikatan dengan sampel yang akan diamati, dalam penelitian ini menggunakan zat warna rhodamin B. Prosedur penggunaan CLSM yaitu dimulai dengan mengatur perbesaran pada spesimen dengan perbesaran obyektif 100×, 200× dan 400× dengan zoom digital 10×, 20× dan 40×, setelah diperoleh gambar yang paling baik selanjutnya dilakukan *scanning* spesimen. Setelah proses *scanning* selesai langkah berikutnya yaitu memilih panjang gelombang emisi pada filter yang ada pada jendela *dye list*. Pemilihan *dye* dilakukan dengan mempertimbangkan panjang gelombang dan warna setiap pasangan *dye* yang sesuai. Setiap *channel* bertugas sebagai detektor fluoresensi. Filter yang digunakan pada penelitian ini: filter Cy3 (543 nm), filter Cy5 (633 nm), filter FITC (488 nm), dan filter Rhodaminred-X (543 nm).

Setelah proses *scanning*, data yang memiliki perbesaran obyektif 400× dengan zoom digital 40× dianalisis dengan cara membuat data

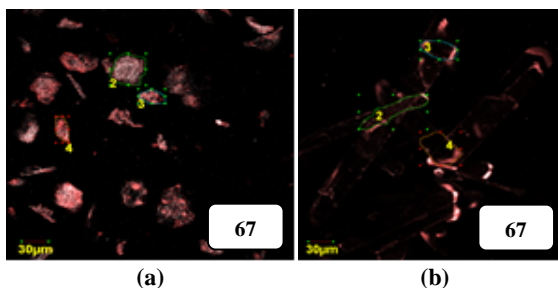
tersebut dalam bentuk DIC (komposit tanpa warna) pada program komputer CLSM. Setelah data dianalisis maka akan terlihat pendaran warnanya, pendaran warna yang tampak pada gambar berwarna merah, warna ini sesuai dengan warna panjang gelombang filter Cy5, kemudian setiap warna pada data dicocokkan dengan warna panjang gelombang pada filter Cy5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan obat dan limbah balur yang tidak diberi rhodamin B menghasilkan pemendaran, terlihat pada Gambar 1a hasil pengamatan obat acetosal dengan filter Cy3Cy5 tanpa diberi rhodamin B dan Gambar 1b pengamatan obat acetosal yang diberi rhodamin B. Untuk mendapatkan data transfer energi harus dilakukan perbesaran pada spesimen, pada penelitian sampel diperbesar obyektif 400× dan zoom digital 40× sehingga dari data yang diperoleh dapat diidentifikasi transfer energinya.



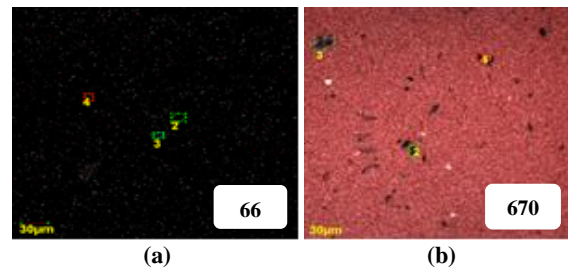
Gambar 1. Hasil pengamatan obat acetosal dengan filter Cy3Cy5 tanpa diberi rhodamin B (a) dan pengamatan obat acetosal yang diberi rhodamin B (b).



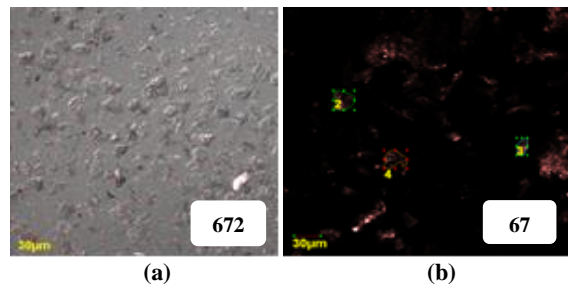
Gambar 2. Hasil pengamatan limbah acetosal dengan filter Cy3Cy5 tanpa diberi rhodamin B (a) dan pengamatan limbah acetosal yang diberi rhodamin B (b).

Berdasarkan hasil pengamatan spesimen

obat acetosal terdapat perbedaan nilai panjang gelombang, pada obat tanpa diberi rhodamin B memiliki $\lambda = 668$ nm dan pada obat yang diberi rhodamin B memiliki $\lambda = 670$ nm, perbedaan nilai panjang gelombang ini diperoleh dari mencocokkan setiap warna yang ada di setiap spesimen dengan spektrum eksitasi dan emisi filter Cy5 yang ditunjukkan pada Gambar 5. Perbedaan panjang gelombang ini disebabkan oleh adanya rhodamin B yang merupakan salah satu pewarna *fluorescence* yang dapat mengikat senyawa protein.



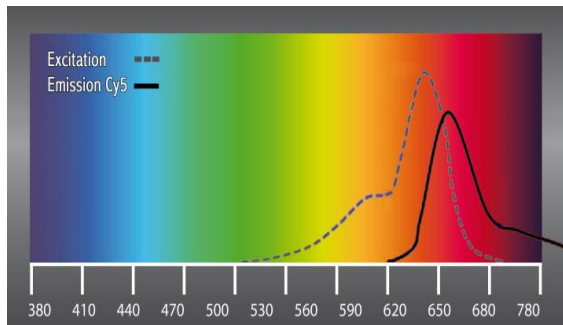
Gambar 3. Hasil pengamatan benzoquinone dengan filter Cy3Cy5 tanpa diberi rhodamin B (a) dan pengamatan benzoquinone yang diberi rhodamin B (b).



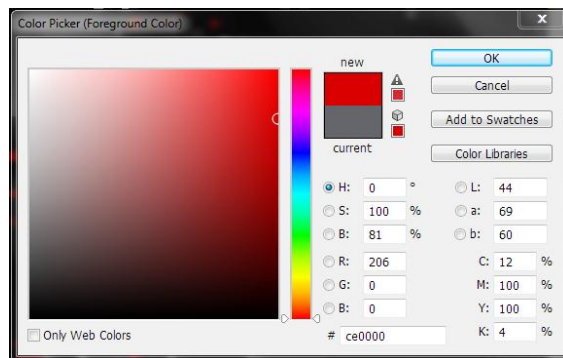
Gambar 4. Hasil pengamatan limbah benzoquinone dengan filter Cy3Cy5 tanpa diberi rhodamin B (a). pengamatan limbah benzoquinone yang diberi rhodamin B (b).

Berdasarkan Gambar 2a dan 2b hasil pengamatan spesimen limbah acetosal terdapat perbedaan nilai panjang gelombang, pada limbah tanpa diberi rhodamin B memiliki $\lambda = 672$ nm dan pada limbah yang diberi rhodamin B memiliki $\lambda = 675$ nm, perbedaan nilai panjang gelombang antara obat dan limbah acetosal ini disebabkan karena pada limbah balur berwarna lebih gelap dibanding obat sehingga memiliki panjang gelombang yang lebih panjang dibanding panjang gelombang pada obat balur. Nilai panjang gelombang pada limbah balur ini diperoleh dari mencocokkan setiap warna yang ada di setiap spesimen dengan spektrum eksitasi dan emisi filter Cy5 yang ditunjukkan pada

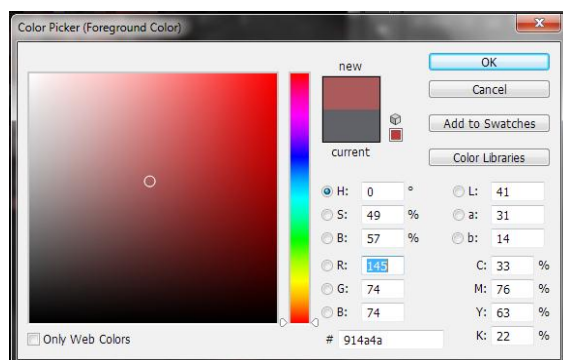
Gambar 5. Perbedaan panjang gelombang pada setiap spesimen disebabkan oleh adanya rhodamin B. Rhodamin B adalah salah satu pewarna *fluorescence* yang dapat mengikat senyawa protein. Untuk analisis pada Gambar 3 dan 4 prosedur penentuan nilai panjang gelombangnya sama seperti pada Gambar 1 dan 2 dengan cara mencocokkan hasil setiap spesimen obat dan limbah balur benzoquinon dengan spektrum eksitasi dan emisi filter Cy5.



Gambar 5. Spektrum eksitasi dan emisi filter Cy5.



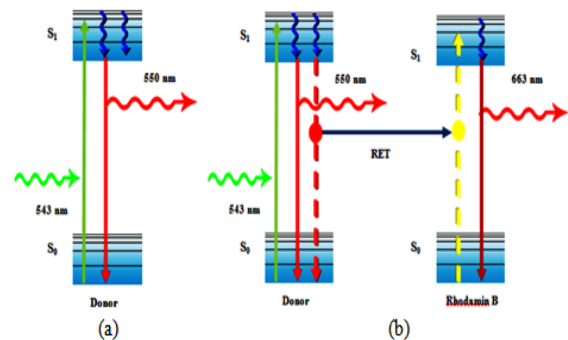
Gambar 6. Nilai RGB, HSB dan CMYK pada obat acetosal



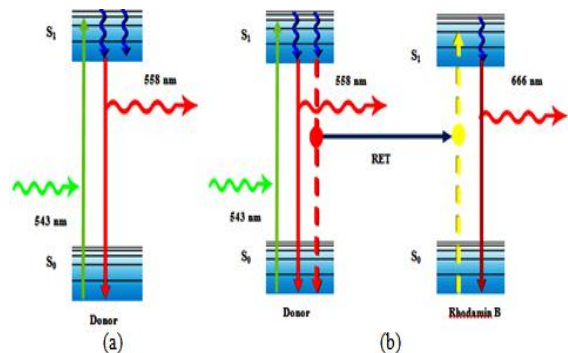
Gambar 7. Nilai RGB, HSB dan CMYK pada limbah acetosal

Perbedaan nilai panjang gelombang dari spesimen obat acetosal, benzoquinon dan limbah balur acetosal dan benzoquinon ini diperoleh dari mencocokkan setiap warna yang ada di setiap spesimen dengan spektrum eksitasi

dan emisi filter Cy5 yang ditunjukkan pada Gambar 5.









Gambar 8. Diagram Jablonski sumber laser HeNe G 543 nm dengan emisi donor (acetosal, benzoquinon) 668 nm tanpa dye (a) emisi donor 670 nm setelah diberi dye (b).



Gambar 9. Diagram Jablonski sumber laser HeNe G 543 nm dengan emisi donor (acetosal, benzoquinon) 671 nm tanpa dye (a) emisi donor 673 nm setelah diberi dye (b)

Keterangan Gambar Diagram Jablonski :

-  : Energi eksitasi
-  : Energi emisi
-  : Panjang gelombang eksitasi
-  : Panjang gelombang emisi (transfer energi secara radiatif)
-  : Panjang gelombang emisi (transfer energi secara radiatif)
-  : Konversi internal

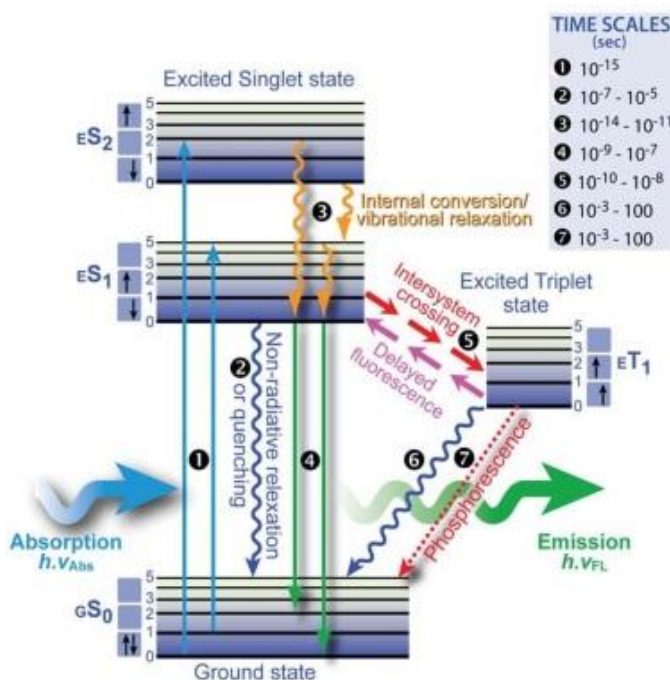
Berdasarkan gambar spektrum eksitasi dan emisi filter Cy5, nilai HSB, RGB dan CMYK pada obat dan limbah balur acetosal dapat diketahui yaitu: pada obat acetosal memiliki nilai HSB(0, 100%, 81%) RGB (206, 0, 0) CMYK (12%, 100%, 100%, 4%) sedangkan pada limbah balur memiliki nilai HSB (0, 49 %, 57%) RGB (145, 74, 74) CMYK (33%, 76%,

63%, 22%). Berdasarkan perbedaan warna dan nilai RGB, HSB dan CMYK pada obat dan limbah balur acetosal maka karakter magnetik dari obat dan limbah balur dapat ditentukan. Perbedaan warna yang ditunjukkan pada nilai RGB, HSB dan CMYK ini merupakan nilai kaliberasi dari setiap warna yang ada pada spektrum eksitasi dan emisi filter Cy5. Apabila ketiga warna RGB tersebut dicampur maka akan menimbulkan warna putih. Warna putih ini yang mengindikasikan bahwa terjadi fenomena FRET pada spesimen, dalam fenomena FRET komposit dari ketiga warna disebut sebagai gambar DIC [5].

Penentuan sifat magnetik dari obat dan limbah balur cair tanpa diberi rhodamin B dan yang diberi rhodamin B dapat diketahui dari selisih panjang gelombang eksitasi dan emisi, dari selisih panjang gelombang dapat dicari nilai energi transisinya, pada obat balur memiliki ΔE sebesar 828,25 eV sedangkan pada limbah balur nilai ΔE sebesar 414,125 eV, nilai energi ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan $\Delta E = h c / \lambda$, dengan $h = 6,626 \times 10^{-34}$ [4]. Nilai

ΔE ini diperoleh dari selisih energi eksitasi dan emisi.

Berdasarkan diagram Jablonski Gambar 10 elektron akan bergerak menuju keadaan eksitasi yang tinggi ketika cahaya (foton) diserap, beberapa saat kemudian elektron berada di keadaan sublevel eksitasi terendah, dalam kisaran waktu *picosecond*, ditunjukkan (garis oranye) yang disebut konversi internal, sehingga elektron tersebut kehilangan energi. Sisa energi ketika elektron kembali ke keadaan dasar dipancarkan berupa foton dengan panjang gelombang yang lebih panjang, yang disebut emisi fluoresensi. Spin elektron pada keadaan *singlet* (spin anti-paralel berpasangan atau tidak berpasangan) dibandingkan dengan keadaan *triplet* (tidak berpasangan, spin sejajar) [1]. Selisih energi (ΔE) pada obat dan limbah disebabkan oleh perbedaan waktu yang dilakukan oleh elektron ketika berada di sublevel eksitasi terendah, semakin lama elektron di sublevel eksitasi terendah maka semakin banyak elektron tersebut kehilangan energi



Gambar 10. Diagram Jablonski [1]

KESIMPULAN

Penentuan sifat magnetik dari obat dan limbah balur dapat diketahui berdasarkan konversi internal yang diperoleh dari selisih

energinya, yaitu selisih energi eksitasi dan emisi pada obat balur sebesar 828,25 eV sedangkan pada limbah balur selisih energinya (ΔE) sebesar 414,125 eV. Perbedaan selisih energi obat dan limbah balur (ΔE) disebabkan oleh perbedaan waktu yang dilakukan oleh elektron ketika di

sublevel eksitasi terendah, semakin lama elektron berada di sublevel eksitasi terendah, maka elektron tersebut semakin banyak kehilangan energi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hellen, C., Ishikawa-Ankerhold, et al. (2012). Advanced Fluorescence Microscopy Techniques FRAP, FLIPFLAP, FRET and FLIM. *Molecules* **17**(4): 4047-4132.
- [2] Johnson, I. D. and M. W. Davidson (2012). *Jablonski energy diagram*.
- [3] Ratnanindia, D. Y. (2008). *Studi Komposisi Limbah Hasil Proses Terapi Pembaluran Dengan Analisa Puncak Spectrum Infra Merah*. Fisika. Malang, Universitas Brawijaya. Sarjana (S-1).
- [4] Soebali, B. (2005). *Pengenalan fisika modern*. Surabaya, SIC dan LPM IKIP Surabaya.
- [5] T.Sutoyo, E. Mulyanto, dll. (2009). *Teori pengolahan citra digital*. Semarang, CV Andi Offset.
- [6] Widitama, T. N. (2008). *Identifikasi Radikal Bebas Pada Limbah Hasil Proses Terapi Pembaluran Dengan Menggunakan Electron Spin Resonance (ESR) Leybold Heracus (Frekuensi Mhz)*. Fisika. Malang, Universitas Brawijaya. Sarjana (S-1).
- [7] Yulianti, E., G. T. Sulungbudi, dll. (2007). Sintesis dan proses enkapsulasi sistem ferrofluid Fe₃O₄/γ-Fe₂O₃ dengan polimer poly (Lactic Acid). *Sains Materi Indonesia* **10**(3): 207-212