



SINTESIS BARIUM M-HEKSAFERIT DENGAN DOPING LOGAM Zn
MENGUNAKAN METODE KOPRESIPITASI

Ilham Halik¹, Aris Doyan², Aliefman Hakim³

Program Studi Magister Pendidikan IPA Program Pascasarjana Universitas Mataram¹²³

ilham8halik@gmail.com, arisdoyan@yahoo.co.id, aliefmanhakim27@gmail.com

Key Words

Barium M-
Hexaferrites,
synthesis,
coprecipitasi

Abstract

The aims of this study to synthesis barium M-heksaferit doped metal Zn. Synthesis of BaM using coprecipitation method by varying the concentrate of dopan 0,0; 0,3; 0,6; dan 0,9 and varying the calcinations temperature 80, 400, 600 dan 800 °C. The basic material used of Barium Carbonat (BaCO₃), Iron (III) Cloride Hexahydrate (FeCl₃.6H₂O) ZnCl₂ dan NH₄OH. Synthesis process conducted at the Faculty of Mathematics and Natural Sciences Analytical Laboratories Unram. The final product of synthesis is varied colored powder light brown to dark depending on the dopan concentrate and calcinations temperature. It is found that the dark of sample increase with increase in dopan concentrate and the dark of sample increase with increase in calcinations temperature too, it is showed the product BaM can be used to softmagnetic

Kata Kunci

Barium M-
Heksaferit,
sintesis,
kopresipitasi

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mensintesis barium M-heksaferit yang didoping logam Zn. Proses sintesis BaM menggunakan metode kopresipitasi dengan memvariasikan konsentrasi dopannya 0,0; 0,3; 0,6; dan 0,9 serta memvariasikan temperatur kalsinasi 80, 400, 600 dan 800 °C. Bahan dasar yang digunakan adalah Barium Carbonat (BaCO₃), Iron (III) Cloride Hexahydrate (FeCl₃.6H₂O) ZnCl₂ dan NH₄OH. Proses sintesis dilakukan di laboratorium Analitik Fakultas MIPA Unram. Hasil akhir sintesis berupa serbuk BaM berwarna bervariasi coklat muda hingga coklat tua bergantung konsentrasi dopan dan temperatur kalsinasi. Semakin tinggi konsentrasi dopan maka warna serbuk sampel semakin gelap dan semakin tinggi temperatur kalsinasi maka warna serbuk sampel semakin gelap pula yang mengindikasikan BaM dapat digunakan sebagai bahan *softmagnetic*.

PENDAHULUAN

Penelitian di bidang material magnetik sangat intensif dilakukan pada akhir dekade ini. Hal tersebut dikarenakan penerapan material magnetik mampu melingkupi berbagai aspek yang terkait dengan teknologi maju dewasa ini. Salah satu material magnetik yang banyak dikembangkan adalah bahan magnetik barium M-heksaferit (BaM). Sifat kemagnetan dari BaM mudah untuk dilakukan rekayasa dalam hal sifat kemagnetannya melalui mekanisme substitusi ion-ion metal, sehingga mampu menjangkau range kemagnetan dari sifat kemagnetan paling lemah sampai sifat kemagnetan yang paling kuat. Dengan sifat yang demikian, bahan tersebut dapat diaplikasikan ke media perekaman, interferensi elektromagnetik, magnetik cairan, perangkat *microwave*, dan sebagainya (Sholihah, 2012).

Pada penelitian ini proses sintesis menggunakan mekanisme substitusi ion-ion yaitu Zn dengan metode kopresipitasi. Penambahan ion dopan Zn diharapkan dapat mereduksi sifat magnetik dari barium M-heksaferit $\text{BaFe}_{12-x}\text{Zn}_x\text{O}_{19}$, sebagai akibat dari terganggunya arah momen magnet dengan munculnya ion substitusional hingga domainnya menjadi random (Ramli, 2012). Selain itu, kenaikan sifat magnet $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ terkait dengan

ukuran butir yang semakin kecil (skala nano) (Hasanah, 2012).

Akhir – akhir ini, $\text{BaFe}_{12}\text{O}_{19}$ dihasilkan melalui proses kristalisasi dengan menggunakan metode matrik kaca, metode hidrotermal, metode *salt melting*, metode sol - gel, dan kopresipitasi. Tetapi tak satupun dari metode tersebut mampu menghasilkan BaM pada temperatur ruang. Meskipun demikian pada sintesis tersebut BaM menggunakan metode kopresipitasi dapat dihasilkan pada temperatur yang lebih rendah (sekitar 700-900 °C) jika dibandingkan dengan metode reaksi larutan padat temperatur kalsinasi ≥ 1000 °C (Darminto, 2011).

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan sintesis BaM dengan berbagai metode, dopan dan temperatur kalsinasi seperti *mechanical alloying* pada temperatur kalsinasi 900 °C (Fadzidah, 2014), metode sol gel dengan dopan Mg pada temperatur kalsinasi 650-950 °C (Chauhan, 2012), metode kopresipitasi dengan dopan Zn pada temperatur kalsinasi 150 °C (Ramli, 2012)

Berdasarkan uraian diatas, maka pada penelitian ini dilakukan sintesis barium M-heksaferit menggunakan metode kopresipitasi dan didoping Zn dengan konsentrasi berbeda-beda yaitu 0,0; 0,3; 0,6; 0,9 serta temperatur kalsinasi (pemanasan) yang divariasikan pula, 80, 400, 600 dan 800 °C. Metode kopresipitasi

pada penelitian ini adalah metode yang mudah untuk menghasilkan prekursor heksaferit (Sudati, 2012). Pemilihan variasi konsentrasi dan variasi temperatur kalsinasi berdasarkan hasil penelitian-penelitian sebelumnya sehingga diharapkan pada penelitian ini mendapatkan hasil yang lebih baik dari penelitian sebelumnya. BaM mulai terbentuk pada temperatur kalsinasi 500° C meskipun berupa fase amorf. Fase tersebut akan berkurang dan menjadi kristalin sempurna seiring bertambahnya temperatur kalsinasi, yakni sekitar 700-900° C (Darminto, 2011).

Barium M-heksaferit dengan struktur heksagonal dan seluruh turunannya memiliki sifat magnet yang spesifik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai magnet permanen, media peredam magnetik dan peralatan aplikasi gelombang mikro lainnya (Af'idah, 2011). Barium M-heksaferit sebagai magnet ferit, disamping memiliki permeabilitas, permitivitas dan magnetisasi spontan yang relatif tinggi, juga tersusun oleh komponen-komponen oksida sehingga juga memiliki resistivitas listrik yang tinggi atau isolator yang baik (Sulistyo, 2012). Berdasarkan rumus kimia dan struktur kristalnya, heksaferit dikelompokkan menjadi 5 tipe, yaitu : tipe-M ($BaFe_{12}O_{19}$), tipe-W ($BaMe_2Fe_{16}O_{27}$), tipe-X ($Ba_2 Me_2 Fe_{28} O_{46}$), tipe-Y ($Ba_2Me_2Fe_{12}O_{22}$) dan tipe-Z ($Ba_2Me_2Fe_{24}O_{41}$) (Darminto, 2011).

Barium M-heksaferit atau dikenal dengan sebutan BaM memiliki rumus kimia $BaO.6Fe_2O_3$ ($BaFe_{12}O_{19}$) dan struktur heksagonal yang sesuai dengan *space group* P 63/mmc. Sel kompleks BaM tersusun atas 2 sistem kristal yaitu struktur kubus-pusat-sisi (*face-centered-cubic*) dan heksagonal mampat (*hexagonal-close-packed*) (Af'idah, 2011). Material yang memiliki sifat ferromagnetik bukan merupakan senyawa, tetapi berupa unsur murni. Biasanya dimiliki oleh logam transisi seperti Fe, Co, Ni dan beberapa logam tanah jarang seperti Nd dan Sm. Ferrimagnetik merupakan senyawa, dimana momen magnetiknya berasal dari atom-atom ataupun ion-ion yang tidak saling menghilangkan secara sempurna (Saidah, 2012).

Salah satu metode sintesis yang sering digunakan adalah kopresipitasi. Metode kopresipitasi (pengendapan) adalah salah satu jenis teknik fabrikasi dengan cara kimia, teknik ini digunakan untuk memisahkan analit dari pengganggu-pengganggunya

METODE PENELITIAN

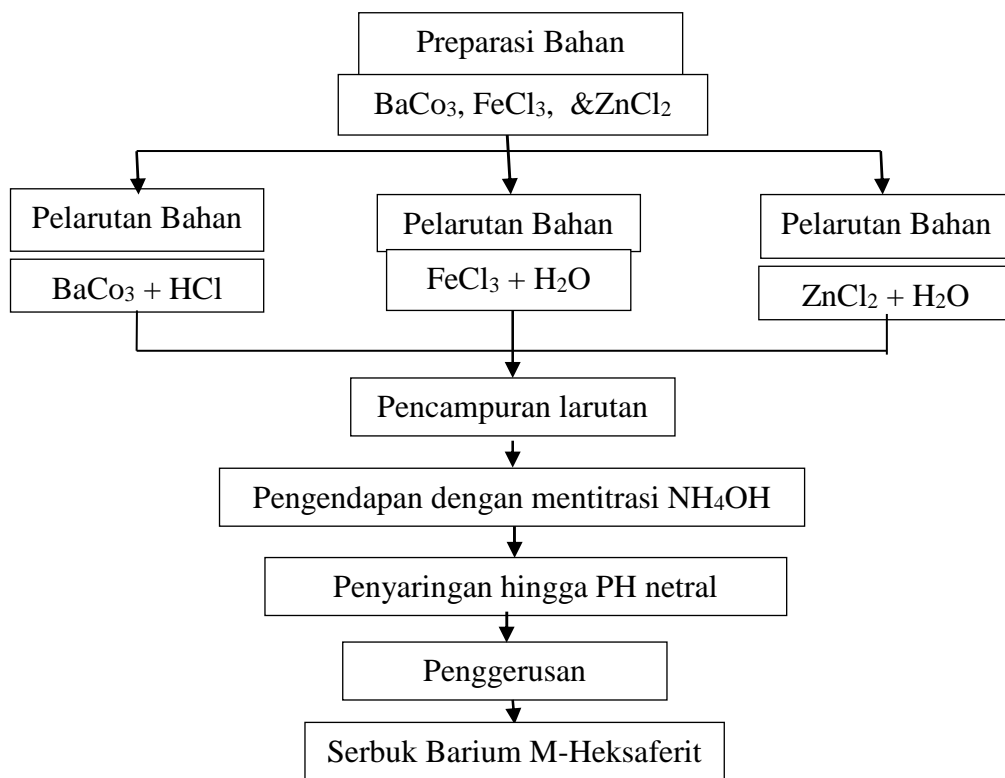
Sintesis BaM dilakukan dengan metode kopresipitasi. Bahan dasar yang digunakan dalam penelitian ini adalah $BaCO_3$, $FeCl_3.6H_2O$, dan $ZnCl_2$ sebagai dopan yang berguna untuk menurunkan sifat kemagnetannya dan dapat digunakan

sebagai bahan *softmagnetic*. Semua bahan tersebut dalam bentuk serbuk dengan kemurnian 99,99%. Sintesis BaM yang dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi dopan $x = 0,0; 0,3; 0,6; \text{ dan } 0,9$ dan memvariasikan temperatur kalsinasi $80\text{ }^{\circ}\text{C}, 400\text{ }^{\circ}\text{C}, 600\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan $800\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Proses sintesis dilakukan dengan mempersiapkan bahan yang akan digunakan dalam sintesis barium M-heksaferit dengan menimbang masing-masing bahan sesuai kebutuhan. Selanjutnya melarutkan serbuk ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dalam H_2O dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit (larutan 1) kemudian melarutkan serbuk BaCO_3 dalam HCl menggunakan *Hot plate magnetic stirrer* pada temperatur

$70\text{ }^{\circ}\text{C}$ (larutan 2) selanjutnya melarutkan serbuk ZnCl_2 dalam H_2O (larutan 3). Semua larutan tersebut, larutan 1, 2, 3 dicampurkan sambil diaduk selama 30 menit hingga homogen (larutan 4). Agar larutan 4 mengendap maka selanjutnya dilakukan titrasi NH_4OH pada larutan 4 sampai terjadi pengendapan. Setelah itu larutan 4 dicuci dengan aquades sampai pH netral. Prekursor dikeringkan dengan temperatur $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 4 jam dan digerus hingga berbentuk serbuk dan benar-benar lembut. Selanjutnya prekursor dikalsinasi pada temperatur $80, 400, 600$ dan $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama empat jam.

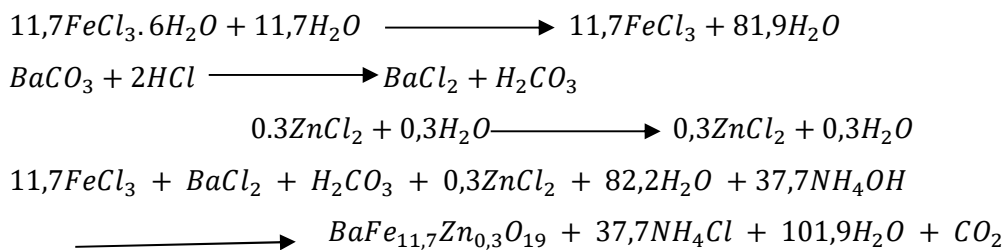
Proses sintesis secara sistematis dapat dilihat pada gambar 1 berikut



Gambar 1 Diagram alir preparasi dan pengujian sampel barium M-heksaferit dengan dopan Zn (Sumber: Halik, 2015)

Proses pembuatan sampel mengikuti (Susilawati, 2013), yang berbeda adalah jenis dan konsentrasi doping serta temperatur kalsinasi. Hasil proses sintesis ini selanjutnya akan dikarakterisasi dan diuji sifat kemagnetan dan kelistrikkannya pada tahap berikutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Berdasarkan persamaan diatas maka komposisi unsur/senyawa yang digunakan

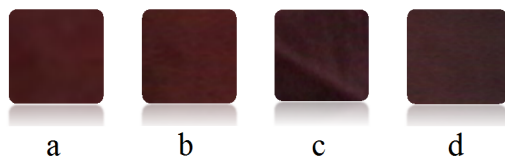
Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis barium M-heksaferit yang didoping Zn menggunakan metode kopresipitasi dengan memvariasikan konsentrasi dopan 0,0; 0,3; 0,6; dan 0,9 serta memvariasikan temperatur kalsinasi 80, 400, 600 dan 800 °C. dalam melakukan sintesis barium M-heksaferit, komposisi masing-masing unsur penyusunnya dihitung menggunakan persamaan reaksi kimia sebagai berikut.

dalam proses sintesis dapat ditentukan seperti pada tabel 1 berikut.

Tabel 1 komposisi masing-masing unsur penyusun BaFe_{12-x}Zn_xO₁₉

Nilai x	Unsur/senyawa (gram)			Senyawa yang terbentuk
	FeCl ₃ ·6H ₂ O	BaCO ₃	Zn	
0,3	28,3630	1,76950	0,36659	BaFe _{11,7} Zn _{0,3} O ₁₉
0,6	27,6328	1,76639	0,73182	BaFe _{11,4} Zn _{0,6} O ₁₉
0,9	26,4526	1,76325	1,10264	BaFe _{11,1} Zn _{0,9} O ₁₉

Hasil sintesis berupa serbuk barium M-heksaferit dengan warna bervariasi coklat muda hingga coklat tua tergantung pada konsentarsi dopan dan temperatur kalsinasi.

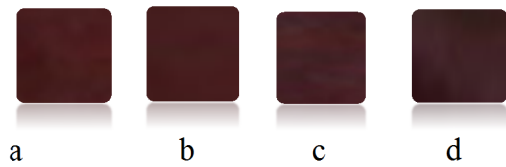


Gambar 2: Perubahan warna sampel BaFe_{12-x}Zn_xO₁₉ berdasarkan perubahan konsentrasi dopan. (a) 0,0; (b) 0,3; (c) 0,6; (d) 0,9 (Sumber : Halik, 2015)

Berdasarkan gambar 2 dapat diketahui bahwa sampel barium M-heksaferit tanpa dopan berwarna coklat muda atau berwarna paling cerah. Sedangkan pada konsentarsi dopan 0,9 sampel berwarna paling gelap atau coklat tua. Hal ini menandakan bahwa konsentrasi

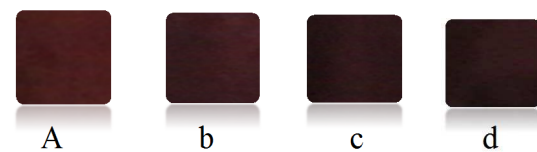
dopan sangat mempengaruhi hasil sintesis ditinjau dari warna serbuk sampel. Semakin tinggi konsentarsi dopan maka

warna sampel yang dihasilkan semakin gelap.



Gambar 3: Perubahan warna sampel $BaFe_{12}O_{19}$ berdasarkan perubahan temperatur kalsinasi. (a) 80 °C; (b) 400 °C; (c) 600 °C; (d) 800 °C (Sumber: Halik, 2015)

Berdasarkan gambar 3 dapat diketahui bahwa sampel barium M-heksaferit dengan temperatur kalsinasi 80 °C berwarna coklat muda atau berwarna paling cerah. Sedangkan pada temperatur kalsinasi 800 °C sampel berwarna paling gelap atau coklat tua. Hal ini menandakan bahwa temperatur kalsinasi sangat mempengaruhi hasil sintesis ditinjau dari warna serbuk sampel. Semakin tinggi temperatur kalsinasi maka warna sampel yang dihasilkan semakin gelap.



Gambar 4: Perubahan warna sampel $BaFe_{11,7}Zn_{0,3}O_{19}$ berdasarkan perubahan temperatur kalsinasi. (a) 80 °C; (b) 400 °C; (c) 600 °C; (d) 800 °C (Sumber: Halik, 2015)

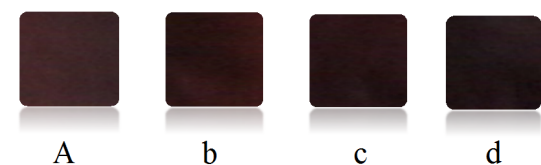
Berdasarkan gambar 4 dapat diketahui bahwa sampel barium M-heksaferit dengan temperatur kalsinasi 80 °C berwarna coklat muda atau berwarna paling cerah. Sedangkan pada temperatur

kalsinasi 800 °C sampel berwarna paling gelap atau coklat tua. Hal ini menandakan bahwa temperatur kalsinasi sangat mempengaruhi hasil sintesis ditinjau dari warna serbuk sampel. Semakin tinggi temperatur kalsinasi maka warna sampel yang dihasilkan semakin gelap.



Gambar 5: Perubahan warna sampel $BaFe_{11,4}Zn_{0,6}O_{19}$ berdasarkan perubahan temperatur kalsinasi. (a) 80 °C; (b) 400 °C; (c) 600 °C; (d) 800 °C (Sumber: Halik, 2015)

Berdasarkan gambar 5 dapat diketahui bahwa sampel barium M-heksaferit dengan temperatur kalsinasi 80 °C berwarna coklat muda atau berwarna paling cerah. Sedangkan pada temperatur kalsinasi 800 °C sampel berwarna paling gelap atau coklat tua. Hal ini menandakan bahwa temperatur kalsinasi sangat mempengaruhi hasil sintesis ditinjau dari warna serbuk sampel. Semakin tinggi temperatur kalsinasi maka warna sampel yang dihasilkan semakin gelap.



Gambar 6: Perubahan warna sampel $BaFe_{11,1}Zn_{0,9}O_{19}$ berdasarkan perubahan temperatur kalsinasi. (a) 80 °C; (b) 400 °C; (c) 600 °C; (d) 800 °C (Sumber: Halik, 2015)

Berdasarkan gambar 6 dapat diketahui bahwa sampel barium M-heksaferit pada temperatur kalsinasi 80 °C berwarna coklat muda atau berwarna paling cerah. Sedangkan pada temperatur kalsinasi 800 °C sampel berwarna paling gelap atau coklat tua. Hal ini menandakan bahwa konsentrasi dopan sangat mempengaruhi hasil sintesis ditinjau dari warna serbuk sampel. Semakin tinggi konsentrasi dopan maka warna sampel yang dihasilkan semakin gelap.

KESIMPULAN

Analisis barium M-heksaferit yang didoping dengan variasi Zn 0,0; 0,3; 0,6 dan 0,9 dengan perubahan temperatur kalsinasi 80, 400, 600 dan 800 °C disimpulkan bahwa telah terbentuk barium M-heksaferit dalam bentuk serbuk berwarna coklat muda hingga coklat tua. Warna sampel bertambah gelap seiring dengan peningkatan konsentrasi dopan dan temperatur kalsinasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Af'idah, N., Indahnia, E., & Darminto. 2011. *Sintesis Barium M-Heksaferit BaFe₁₂O₁₉ dengan Variasi Temperatur Kalsinasi*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Pascasarjana XI – ITS, Surabaya, 27 Juni
- Chauhan, C.C., Jotania, R.B., Jotania, K.R. 2012. Conductivity and dielectric properties of m-type barium magnesium hexaferrite powder. *International Journal of Advanced Engineering Research and Studies*. I. 25-27.
- Darminto, Zainuri, M., & Kamariyah, E, I. 2011. *Sintesis Serbuk Barium Heksaferit dengan Metode Kopresipitasi*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Pascasarjana XI – ITS, Surabaya, 27 Juni
- Fadzidah, M.I., Hashim, M., dkk. 2014. Synthesis And Characterization Of Barium-Hexaferrite Nanoparticles For Microwave Absorption. *Solid State Science and Technology*. 22: 12-20
- Hasanah, E, Budi, A, S., Adi, W, A., & Suguhartono, I. 2012. *Analisis Struktur Dan Sifat Magnetik Paduan Magnet Nanokristalin Barium Heksaferit BaFe₁₂O₁₉ Dengan Metode Mechanical Milling*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Fisika Terapan III Universitas Airlangga, Surabaya, 15 September
- Halik, I. 2015. Sintesis Dan Analisis Sifat Kemagnetan Dan Kelistrikan Barium M-Heksaferit Dengan Doping Zn. Tesis. Universitas Mataram
- Ramli, I., Saidah, I, N., Findah, R, S., & Zainuri, M. 2012. *Pengaruh Variasi Ph Pelarut Hcl Pada Sintesis Barium M-Heksaferit Dengan Doping Zn (BaFe_{11,4}Zn_{0,6}O₁₉) Menggunakan Metode Kopresipitasi*. Makalah disajikan pada Seminar Nasional Fisika Terapan III Universitas Airlangga, Surabaya, 15 September

- Saidah, I.N dan Zainuri, M. 2012. Pengaruh Variasi pH Pelarut HCl Pada Sintesis Barium M-Heksaferit Dengan Doping Zn ($\text{BaFe}_{11,4}\text{Zn}_{0,6}\text{O}_{19}$) Menggunakan Metode Kopresipitasi. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. 1: 41-46
- Sholihah, F, R., & Zainuri, M. 2012. Pengaruh Holding Time Kalsinasi Terhadap Sifat Kemagnetan Barium M-hexaferrite ($\text{BaFe}_{12-x}\text{Zn}_x\text{O}_{19}$) Dengan Ion Doping Zn. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*. No. 1. Hal: 25-29
- Sulistyo, Marhaendrajaya, I., & Priyono. 2012. Sintesis Dan Karakterisasi Material Magnetik Barium M-Hexaferrite Tersubstitusi Menggunakan Teori Sol-Gel Untuk Aplikasi Serapan Gelombang Mikro Pada Frekuensi X-Band. *Jurnal Berkala Fisika*. No: 2. Hal: 63 - 68
- Susilawati, Doyan, A. 2013. *Sintesis Dan Studi Pendahuluan Struktur Bahan M-Heksaferit Untuk Aplikasi Anti Radar*. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pembelajaran Sains Dan Implementasi Kurikulum 2013 Universitas Mataram, Mataram, 7 Desember