

***THE EFFECT OF PELLETING TECHNOLOGY INNOVATION ON  
HATCHERY WASTE PELLETS STORAGE CAPACITY IS SEEN  
FROM THE CONTENT OF BACTERIA AND FUNGI***

**Inayati A, Sulistiyanto B, Sumarsih S**

*Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang  
atiyainayati@gmail.com*

**ABSTRACT**

*Experiment to study the effect of pelleting innovation with the addition of zeolites to the total bacteria and total fungi of hatchery waste pellets which was stored in different time had conducted at The Laboratory of Feed Technology, Faculty of Animal and Agriculture Sciences, Diponegoro University. The Hatchery wastes has characterized by unpleasant perform and smelties odor. Pelletizing in general was processing ingredients into the pellets. An innovation given in this experiment was addition of zeolites on the pelleting process to improved performance of the hatchery wastes and its capacity during storing. In this study, zeolite's was added in the pelleting process of Hatchery wastes 0 and 3% (W/W), then the pellet was stored for 4, 8 and 12 weeks, all treatments were done with 3 replications of each. Data were analyzed using ANOVA's and followed by Duncan Multiple Range Test. The result presented that there was no interactions effect between the addition of zeolites and storing periods to the number of total bacteria and total fungi ( $P>0,05$ ). The level of Zeolite did not significantly reduced number of Total Bacteria as well as total fungi ( $P>0,05$ ). Period of storing in apart, did not significantly decreased number of fungi ( $p>0.05$ ), but the effect was significant to total bacteria ( $P<0,05$ ). Total number of bacteria and fungi in the hatchery waste pellets could be maintained below below  $10^6$  cfu/g, the safety numbers of standard microbial quality of the feedstuffs. It was considered that pelleting hatchery waste was effective on maintaining microbiological quality of pellet products during storing.*

*Key Words: Zeolite, Total of Bacteria and Fungi, Pellet, Hatchery waste*

## **PENGARUH INOVASI TEKNOLOGI *PELLETING* TERHADAP DAYA SIMPAN PELLETT LIMBAH PENETASAN DILIHAT DARI KANDUNGAN BAKTERI DAN JAMUR**

### **ABSTRAK**

Percobaan untuk mengkaji pengaruh inovasi pelleting dengan penambahan zeolite terhadap total bakteri dan total jamur pelet limbah penetasan yang disimpan dalam waktu yang berbeda telah dilakukan di Laboratorium Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro. Limbah penetasan secara umum ditandai dengan penampilan yang tidak menyenangkan dan bau tak sedap. Pelletizing secara umum adalah proses mengolah bahan menjadi bentuk pellet. Inovasi yang diberikan dalam percobaan ini adalah penambahan zeolit pada proses pelleting limbah penetasan untuk memperbaiki penampilan dan daya simpan limbah penetasan selama penyimpanan. Pada penelitian ini, zeolit ditambahkan dalam proses *pelleting* limbah penetasan sebanyak 0 dan 3% (W/W), kemudian pellet disimpan selama 4, 8 dan 12 minggu, semua perlakuan dilakukan dengan masing-masing 3 ulangan. Data dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan *Duncan Multiple Range Test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh interaksi antara penambahan zeolit dan periode penyimpanan terhadap jumlah bakteri total dan total jamur ( $P>0,05$ ). Tingkat Zeolit tidak secara signifikan mengurangi jumlah Total Bakteri serta total jamur ( $P>0,05$ ). Periode penyimpanan secara terpisah, tidak secara signifikan menurunkan jumlah jamur ( $P>0,05$ ), namun pengaruhnya signifikan terhadap kandungan total bakteri ( $P<0,05$ ). Total jumlah bakteri dan jamur dalam pelet limbah penetasan dapat dipertahankan di bawah  $10^6$  cfu/g, jumlah keamanan kualitas mikroba standar dari bahan pakan. Dapat dipertimbangkan bahwa inovasi *pelleting* limbah penetasan efektif untuk menjaga kualitas mikrobiologis produk pelet selama penyimpanan.

**Kata Kunci:** Zeolit, Kandungan Bakteri dan Jamur, Pellet, Limbah Penetasan

## PENDAHULUAN

Perkembangan industri perunggasan menghasilkan banyak limbah, salah satunya adalah limbah penetasan yang kaya nutrisi dan berpotensi dijadikan sebagai pakan alternatif. Dirjen Peternakan dan Kesehatan Hewan menyatakan bahwa produksi ternak unggas pada tahun 2016 mencapai 2,1 milyar ton dengan asumsi daya tetas 50 – 80% setiap tahunnya. Limbah penetasan yang terdiri dari *Day Old Chick* (DOC) afkir, telur gagal menetas dan cangkang telur berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan pakan sumber protein. Limbah penetasan memiliki kadar protein kasar (PK) yang tinggi sebesar 33,1% dengan 29% lemak kasar (LK), 25,62% kalsium, 21,5% abu, 12,1% serat kasar (SK) dan 1,47% fosfor (Mehdipour et al., 2009).

Pemanfaatan limbah penetasan sebagai bahan pakan, selain melihat aspek kelayakan ekonomis dan kandungan nutrisi, juga harus memperhatikan aspek keamanan dari sisi mikrobiologis. Limbah industri penetasan, secara umum belum bebas dari cemaran bakteri dan jamur yang mungkin bersifat pathogen, sehingga perlu dievaluasi keberadaannya. Limbah penetasan memiliki kandungan air dan protein yang tinggi yang dapat memicu pertumbuhan mikroorganisme dan berbau busuk. Oleh karena itu, untuk meningkatkan nilai produk dari limbah penetasan, perlu dilakukan pengolahan untuk memperbaiki kualitas pada limbah penetasan, salah satunya dengan cara *pelleting*.

Pada umumnya *pelleting* hanya mengolah bahan pakan menjadi pellet, sehingga memudahkan pemanfaatan nutrisi oleh ternak dan penanganan pakan oleh peternakan pada tahap berikutnya. Inovasi yang diberikan dalam proses *pelleting* pada penelitian ini, yaitu dengan menambahkan mineral adsorben zeolit untuk memperbaiki kualitas fisik dan mikrobiologis limbah penetasan.

Zeolit merupakan kristal aluminosilikat yang memiliki kerangka tiga dimensi untuk menyerap dan melepas air secara reversible serta menukar kation tanpa mengubah strukturnya. Zeolit dalam industri pakan telah dimanfaatkan sebagai mineral tambahan. Menurut Wardana et al. (2016), zeolit mampu mengikat berbagai senyawa kimia, termasuk senyawa beracun, serta menekan aktivitas mikrobiologis. Zeolit diketahui sangat efektif dalam menyerap nitrat dan amoniak (Mažeikiene et al., 2008). Zeolit berfungsi untuk mengikat air, sehingga selama proses penyimpanan kandungan air bebas dan aktivitas air dapat dikendalikan, yang menyebabkan pertumbuhan bakteri maupun jamur menjadi terhambat.

Penambahan mineral zeolit diharapkan mampu menekan penurunan kualitas pakan dan bahan pakan.

Bahan pakan secara alami akan mengalami penurunan kualitas selama proses penyimpanan. Penurunan kualitas pakan dimungkinkan akibat dari pertumbuhan bakteri dan jamur. Zeolit dimanfaatkan sebagai adsorben dalam proses pelleting limbah penetasan dengan harapan dapat memperbaiki kualitas dan memperpanjang masa simpan produk. Oleh karenanya, dikaji pengaruh inovasi penambahan zeolit pada proses *pelleting* terhadap daya simpan pellet limbah penetasan dilihat dari kandungan bakteri dan jamur.

## MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober – Desember 2016 di Laboratorium Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro Semarang.

### Materi

Materi yang digunakan adalah limbah penetasan yang terdiri dari cangkang telur, telur gagal menetas dan DOC afkir, onggok sebagai *filler*, zeolit sebagai mineral adsorben, medium “*Nutrient Agar*” (NA) untuk menghitung total bakteri dan medium “*Sabouroud Dextrose Agar*” (SDA) untuk menghitung total jamur. Alat yang digunakan adalah plastik dan ember untuk menampung limbah, blender untuk menghaluskan limbah, panci untuk mengukus limbah, mesin *pelleting*, mesin pengering untuk mengeringkan pellet, peralatan analisis mikroba yaitu autoklaf, inkubator, oven, pipet, tabung reaksi dan rak tabung reaksi, gelas ukur, gelas beaker, erlenmayer, cawan petri, aluminium foil, kapas katun, kertas label, *colony counter*, *water bath*, kertas saring, *electric stirrer*, pemanas spiritus, spatula, dan timbangan elektrik.

### Metode

Limbah penetasan ayam yang terdiri atas cangkang telur, telur gagal menetas dan DOC afkir dihaluskan menggunakan blender, lalu ditambahkan filler (bahan pengisi) berupa onggok 10% dan dicampur rata. Zeolit ditambahkan sebanyak 0% dan 3% dicampur hingga rata kemudian dilakukan proses conditioning/pengukusan (80–90 °C) selama 15 menit. Pellet dicetak dengan menggunakan ekstruder dengan ukuran diameter lubang cetakan 6 mm dan panjang pellet 3 cm. Pengeringan pellet

menggunakan mesin pengering aliran udara panas selama 24 jam pada suhu 40 - 45°C, kadar air pellet berkisar antara 10 - 15%. Pellet disimpan dalam plastik yang tertutup rapat selama 0 minggu, 4 minggu, 8 minggu, dan 12 minggu pada suhu kamar (25°C dan kelembaban  $\pm$  70%).

Tahap selanjutnya yaitu analisis mikrobiologi meliputi total bakteri dan total jamur. Metode perhitungan jumlah koloni mengikuti “Standard Plate Count” (Fardiaz, 1993). Penghitungan dilakukan dengan menghitung jumlah koloni dalam cawan petri, diawali dengan mengencerkan limbah padat sebanyak 1 gram kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan 9 cc NaCl 0,85 steril dan dihomogenkan. Tabung reaksi steril sebanyak 3 buah disiapkan dan diberi label  $10^{-2}$  sampai  $10^{-4}$  kemudian masukan 9 cc NaCl 0,85 steril pada masing-masing tabung. Sampel yang sudah diencerkan diambil sebanyak 1 cc, lalu dimasukkan ke dalam tabung  $10^{-2}$  dan dihomogenkan. Sampel sebanyak 1 cc dari tabung  $10^{-2}$  dimasukkan ke dalam tabung  $10^{-3}$  dan dihomogenkan. Sampel sebanyak 1 cc dari tabung  $10^{-3}$  dimasukkan ke dalam tabung  $10^{-4}$  dan dihomogenkan. Cawan petri steril sebanyak 4 buah diberi tanda  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ,  $10^{-4}$  dan blangko. Sampel yang sudah diencerkan sebanyak 0,1 cc dimasukkan pada masing-masing cawan petri dan pada blangko dimasukkan 0,1 cc NaCl 0,85 steril. Masing-masing cawan petri dituangi media “Nutrient Agar” (NA) untuk bakteri dan “Sabouraud Dextrose Agar” (SDA) untuk jamur cair (40-42°C) sebanyak 15 ml, campur dengan memutar sampai homogen dan diamkan hingga membeku. Agar yang telah membeku diinkubasikan di dalam inkubator pada suhu 37°C selama 18 - 24 jam, lalu dilakukan perhitungan.

#### ***Analisis Data***

Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 2x3 dengan ulangan sebanyak 3 kali. Faktor perlakuan pertama adalah penambahan zeolit yaitu Z0 (penambahan zeolit 0%) dan Z1 (penambahan zeolit 3%). Faktor perlakuan kedua adalah masa penyimpanan yaitu T1 (penyimpanan 4 minggu), T2 (penyimpanan 8 minggu) dan T3 (penyimpanan 12 minggu). Data dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) taraf signifikansi 5% untuk mengetahui pengaruh nyata perlakuan. Uji wilayah ganda Duncan dilakukan untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan bila terdapat pengaruh nyata perlakuan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Kandungan Bakteri

Rataan kandungan bakteri pellet limbah penetasan dengan persentase zeolit 0% dan 3% yang disimpan selama 4, 8 dan 12 minggu dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis ragam kandungan bakteri pellet limbah penetasan menunjukkan bahwa tidak ada interaksi pengaruh penambahan zeolit dan lama penyimpanan ( $P < 0,05$ ), tetapi lama penyimpanan secara parsial memberikan pengaruh nyata terhadap kandungan bakteri. Hasil Uji Duncan menunjukkan bahwa T1 tidak berbeda nyata dengan T2, tetapi berbeda nyata ( $P < 0,05$ ) lebih tinggi dibandingkan dengan T3.

**Tabel 1. Kandungan Bakteri Pellet Limbah Penetasan**

| Penambahan Zeolit (%) | Lama Penyimpanan (Minggu)      |                                 |                                | Rerata            |
|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|-------------------|
|                       | 4                              | 8                               | 12                             |                   |
| 0                     | $1,0 \times 10^7$              | $1,9 \times 10^5$               | $2,3 \times 10^4$              | $3,6 \times 10^6$ |
| 3                     | $4,4 \times 10^6$              | $5,4 \times 10^5$               | $6,9 \times 10^4$              | $1,6 \times 10^6$ |
| Rerata                | $7,4 \times 10^6$ <sup>a</sup> | $3,6 \times 10^5$ <sup>ab</sup> | $4,6 \times 10^4$ <sup>b</sup> |                   |

Keterangan : Superskrip yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan nyata ( $p < 0,05$ ).

Rataan hasil penelitian kandungan bakteri pada pellet limbah penetasan dengan penambahan zeolit 0% dan 3% yang disimpan selama 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu secara berturut turut adalah  $7,4 \times 10^6$ ,  $3,6 \times 10^5$  dan  $4,6 \times 10^4$  cfu/g. Hasil ini sejalan dengan penelitian pendahuluan (Sulistiyanto, 2016), bahwa hasil rata-rata kandungan bakteri pellet limbah penetasan dengan penambahan zeolit sebanyak 0% dan 3% yang disimpan selama 0 minggu yaitu  $2,8 \times 10^6$  cfu/g. Hasil menunjukkan kandungan bakteri pada penyimpanan minggu ke-12 lebih rendah dibandingkan dengan penyimpanan minggu ke-4. Hal ini diduga karena selama masa penyimpanan kadar air pada pellet limbah penetasan semakin berkurang, sehingga jumlah bakteri yang dihasilkan semakin berkurang setiap minggunya. Ahmad (2009) menyatakan bahwa faktor yang mempengaruhi pertumbuhan mikotoksin pada pakan salah satunya yaitu kadar air. Semakin rendah kadar air pakan selama masa penyimpanan, maka ketahanan mutu pakan akan semakin baik. Masing-masing perlakuan penambahan zeolit 0% dan 3% tidak berpengaruh nyata dalam menurunkan kandungan bakteri, namun dapat mempertahankan kandungan bakteri selama penyimpanan. Penambahan zeolit pada proses pelleting

limbah penetasan berfungsi sebagai senyawa adsorben yang mampu mengikat kadar air sehingga dapat menekan proses pertumbuhan bakteri, namun zeolit tidak berfungsi maksimal dimungkinkan karena zeolit yang digunakan belum teraktivasi. Lestari (2010) menyatakan bahwa zeolit alam mengandung banyak pengotor serta kristalinitasnya kurang baik sehingga perlu dilakukan aktivasi dan modifikasi terlebih dahulu sehingga dapat maksimal digunakan sebagai katalis, adsorben atau aplikasi lainnya. Menurut Sidih (1996), molekul zeolit terdiri atas tetrahedral  $\text{SiO}_4^-$  dan  $\text{AlO}_4^-$  yang diikat dengan oksigen membentuk polihedral yang berongga, sehingga menyebabkan zeolit dapat menyerap air atau zat lain dan bersifat *reversible*. Dijelaskan lebih lanjut oleh Wardana et al. (2016), zeolit merupakan adsorben yang mempunyai kemampuan mengikat logam dari luar untuk menetralkan muatannya, sehingga apabila ion  $\text{Ca}^{2+}$  bakteri terikat oleh zeolit maka bakteri akan mengalami lisis dan akhirnya dapat menyebabkan kematian dari sel bakteri.

Rataan kandungan bakteri tertinggi adalah  $7,4 \times 10^6$  cfu/g. Menurut Nugroho et al. (2016), kandungan bakteri kisaran  $10^7$  cfu/g masih aman dan layak digunakan sebagai bahan pakan. Hal ini menunjukkan bahwa pellet limbah penetasan dapat dipertimbangkan sebagai bahan pakan aditif karena kandungan bakterinya masih dalam kisaran yang aman.

### **Kandungan Jamur**

Rataan kandungan jamur pellet limbah penetasan dengan persentase zeolit 0% dan 3% yang disimpan selama 4, 8 dan 12 minggu dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil analisis ragam kandungan jamur pellet limbah penetasan menunjukkan penambahan zeolit dan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata. Rataan hasil penelitian kandungan jamur pada pellet limbah penetasan dengan penambahan zeolit 0% dan 3% yang disimpan selama 4 minggu, 8 minggu dan 12 minggu secara berturut turut adalah  $7,1 \times 10^5$  cfu/g,  $7,8 \times 10^4$  cfu/g dan  $5,9 \times 10^4$  cfu/g. Hasil ini tidak menunjukkan perbedaan dengan penelitian pendahuluan (Sulistyanto, 2016), bahwa hasil rataan kandungan jamur pellet limbah penetasan dengan penambahan zeolit sebanyak 0% dan 3% yang disimpan selama 0 minggu, yaitu  $3,1 \times 10^5$  cfu/g. Lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan jamur pellet limbah penetasan, akan tetapi dapat mempertahankan kandungan jamur selama masa penyimpanan. Hal ini dikarenakan terdapat proses *conditioning* dan pengeringan selama pembuatan pellet limbah penetasan. Proses *conditioning* dalam pembuatan

pellet limbah penetasan dengan suhu tinggi dapat menekan proses pertumbuhan mikrobia. Wardana (2016) menyatakan proses autoklaf yang diikuti pemanasan dan pengeringan dalam proses *pelletizing* bertujuan menurunkan kadar air sehingga dapat mempertahankan mutu limbah penetasan. Rata-rata kadar air pellet limbah penetasan selama masa penyimpanan adalah 4,13%. Kushartono (2000) menyatakan bahwa batasan kadar air yang baik untuk penyimpanan adalah 13%, kadar air yang tinggi dapat memicu pertumbuhan jamur yang dapat memproduksi senyawa pathogen sehingga dapat menurunkan kualitas.

**Tabel 2. Kandungan Jamur Pellet Limbah Penetasan**

| Penambahan Zeolit (%) | Lama Penyimpanan (Minggu) |                   |                   | Rerata            |
|-----------------------|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|                       | 4                         | 8                 | 12                |                   |
| 0                     | $5,7 \times 10^5$         | $4,4 \times 10^4$ | $4,7 \times 10^4$ | $2,2 \times 10^5$ |
| 3                     | $8,6 \times 10^5$         | $1,1 \times 10^5$ | $7,1 \times 10^4$ | $3,5 \times 10^5$ |
| Rerata                | $7,1 \times 10^5$         | $7,8 \times 10^4$ | $5,9 \times 10^4$ |                   |

Masing-masing perlakuan penambahan zeolit 0% dan 3% tidak berpengaruh nyata dalam menurunkan kandungan jamur, namun dapat mempertahankan kandungan jamur selama penyimpanan. Penggunaan zeolit sebagai senyawa adsorben tidak berfungsi maksimal dikarenakan zeolit yang digunakan belum teraktivasi. Menurut Rini dan Fendy (2010) sebelum digunakan sebagai adsorben, zeolit alam harus diaktifkan terlebih dahulu agar jumlah pori-pori yang terbuka lebih banyak sehingga luas permukaan zeolit semakin besar. Zeolit terbentuk dari mineral alumino silikat yang terdehidrasi dengan kation-kation alkali dan alkali tanah yang memiliki struktur tiga dimensi dan berongga (Marsidi, 2001). Apabila zeolit berfungsi secara optimal, alumino silikat akan melakukan pertukaran atom yang menyebabkan muatan menjadi negatif dan pertukaran kation pada permukaan mineral adsorben sehingga mampu mengadsorpsi jamur (Nuryono et al., 2010). Zeolit berfungsi untuk menyerap cairan atau gas, penambahan zeolit dapat menyerap air yang terkandung di dalam pellet sehingga dapat memperpanjang masa simpan.

Pertumbuhan dan aktivitas mikrobia (bakteri dan jamur) dapat menyebabkan kerusakan bahan pakan selama masa penyimpanan. Pakan digolongkan ke dalam kriteria bahaya apabila kandungan jamur pada pakan melampaui  $1,6 \times 10^7$  cfu/gram (Lauren dan Smith, 2001). Pada

penelitian ini, rata-rata kandungan jamur tertinggi adalah  $7,1 \times 10^5$  cfu/g. Hal ini menegaskan bahwa pellet limbah penetasan masih layak untuk dijadikan bahan pakan.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaktif penambahan zeolit dan lama penyimpanan terhadap kandungan bakteri dan jamur. Namun secara parsial masa simpan dapat menurunkan kandungan bakteri. Secara umum kandungan bakteri dan jamur untuk semua jenis pellet yang disimpan sampai dengan minggu ke-12 tetap berada pada jumlah yang aman.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, R.Z. 2009. Cemaran kapang pada pakan dan pengendaliannya. *J Litbang Pertanian*. 28 (1):15-22.
- Fardiaz, S. 1993. Analisis Mikrobia Pangan. Bogor (Indonesia): Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, Institut Pertanian Bogor.
- Kushartono, B. 2000. Penentuan Kualitas Bahan Baku Pakan dengan Cara Organoleptik. Prosiding Lokakarya Fungsional Non Peneliti. Bogor, 18-19 September 2000. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan, Bogor. 217-223.
- Lauren, D.R. dan W.A. Smith. 2001. Stability of fusariummycotoxins nivalenol, deoxynivalenol and zearalenone in ground maize under typical cooking environments. *Food Add Contam*. 18 (11): 1011-1016.
- Lestari, D.Y. 2010. Kajian modifikasi dan karakterisasi zeolit alam dari berbagai negara. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia. Yogyakarta, 10 Oktober 2010. Yogyakarta (Indonesia): Jurdik Kimia UNY.
- Marsidi, R. 2001. Zeolit untuk mengurangi kesadahan air. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2 (1): 1-10.
- Mazeikiene, A., M. Valentukevičienė, M. Rimeika, A.B. Matuzevičius, R. Daukyns. 2008. Removal of nitrates and ammonium ions from water using natural sorbent zeolit (clinoptilolite). *J Env Eng and Land Management*. 16 (1): 38-44.
- Mehdipour, M., M.S. Shargh, B. Dastar dan S. Hassani. 2009. Effects of different levels of hatchery waste on the performance, carcass and

- tibia ash and some blood parameters in Broiler Chicks. Pakistan Journal of Biological Sciences. 12 (18):1272-1276.
- Nugroho, A.A., S. Sumarsih dan B. Sulistiyanto. 2016. Kandungan total bakteri dan total fungi pada pellet limbah penetasan yang dibuat dengan penambahan bentonit. J Agripet. 16 (2):69-75.
- Nuryono, A. Agus., S. Wedhastari, D. Pranowo., Yuniyanto., E. R. Fazeli. 2012. Adsorption of aflatoxin B1 in corn on natural zeolite and bentonite. Indo J Chem. 12 (3):279-286.
- Rini, D.K. dan Fendy, A.L. 2010. Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi. Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang. (Skripsi).
- Sidih. 1996. Studi Penambahan Garam Dapur dan Zeolit pada Penyimpanan Jagung. Institut Pertanian Bogor. (Skripsi).
- Sulistiyanto, B. 2016. Feasibility and security pellet of the chicken hatchery waste which is processed by supplementation of zeolite and bentonite as a local poultry feedstuff. Riset Publikasi Internasional UNDIP.
- Wardana, B.A., B. Sulistiyanto dan S. Sumarsih. 2016. Pengaruh penambahan zeolit pada proses *pelletizing* limbah penetasan terhadap kandungan *Coliform* dan *Salmonella* produk pellet. J Agripet. 16 (1):42-48.