

**KARAKTERISTIK MUTU FISIK ORGANOLEPTIK PASCA
PENYIMPANAN PELLET LIMBAH PENETASAN YANG
DIBUAT DENGAN PENAMBAHAN BENTONIT**

SKRIPSI

Oleh

YULI EKO RAKHMAWATI



**PROGRAM STUDI S1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
S E M A R A N G
2 0 1 7**

KARAKTERISTIK MUTU FISIK ORGANOLEPTIK PASCA
PENYIMPANAN PELLET LIMBAH PENETASAN YANG
DIBUAT DENGAN PENAMBAHAN BENTONIT

Oleh

YULI EKO RAKHMAWATI
NIM : 23010113130280

Salah satu syarat untuk memperoleh
gelar Sarjana Peternakan pada Program Studi S1 Peternakan
Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro

PROGRAM STUDI S1 PETERNAKAN
FAKULTAS PETERNAKAN DAN PERTANIAN
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2017

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Yuli Eko Rakhmawati
NIM : 23010113130280
Program Studi : S1 Peternakan

dengan ini menyatakan sebagai berikut :

1. Skripsi yang berjudul : **Karakteristik Mutu Fisik Organoleptik Pasca Penyimpanan Pellet Limbah Penetasan yang Dibuat dengan Penambahan Bentonit** dan penelitian yang terkait merupakan karya penulis sendiri.
2. Setiap ide atau kutipan dari karya orang lain berupa publikasi atau bentuk lainnya dalam skripsi ini, telah diakui sesuai dengan standar prosedur disiplin ilmu.
3. Penulis juga mengakui bahwa skripsi ini dapat dihasilkan berkat bimbingan dan dukungan penuh dari Pembimbing yaitu : **Ir. Bambang Sulistiyanto, M.Agr.Sc., Ph.D** dan **Dr. Sri Sumarsih, S.Pt, M.P.**

Apabila di kemudian hari dalam skripsi ini ditemukan hal-hal yang menunjukkan telah dilakukannya kecurangan akademik maka penulis bersedia gelar sarjana yang telah penulis dapatkan ditarik sesuai dengan ketentuan dari Program Studi S1 Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.

Semarang, 03 Oktober 2017

Penulis,

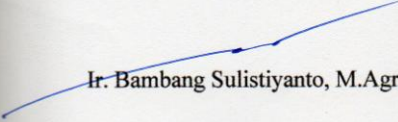



Yuli Eko Rakhmawati

Mengetahui :

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota


Ir. Bambang Sulistiyanto, M.Agr.Sc., Ph.D.


Dr. Sri Sumarsih, S.Pt., M. P.

Judul Skripsi : KARAKTERISTIK MUTU FISIK
ORGANOLEPTIK PASCA PENYIMPANAN
PELLET LIMBAH PENETASAN YANG
DIBUAT DENGAN PENAMBAHAN
BENTONIT

Nama Mahasiswa : YULI EKO RAKHMAWATI

Nomor Induk Mahasiswa : 23010113130280

Program Studi / Departemen : S1 PETERNAKAN / PETERNAKAN

Fakultas : PETERNAKAN DAN PERTANIAN

Telah disidangkan di hadapan Tim Penguji
dan dinyatakan lulus pada tanggal... 12 OCT 2017

Pembimbing Utama

Ir. Bambang Sulistiyanto, M.Agr.Sc., Ph.D.

Ketua Panitia Ujian Akhir Program

Dr. Ir. Yon Soepri Ondho, M.S.

Dekan

Prof. Dr. L. Mukh. Arifin M.Sc.

Pembimbing/Anggota

Dr. Sri Sumarsih, S.Pt., M.P.

Ketua Program Studi

Dr. drh. Enny Tantini Setiatin, M.Sc.

Ketua Departemen

Dr. Ir. Bambang Waluyo H.E.P., M.S., M.Agr



RINGKASAN

YULI EKO RAKHMAWATI. 23010113130280. 2017. Karakteristik Mutu Fisik Organoleptik Pasca Penyimpanan Pellet Limbah Penetasan yang Dibuak dengan Penambahan Bentonit (Pembimbing : **BAMBANG SULISTIYANTO** dan **SRI SUMARSIH**)

Penelitian untuk mengkaji pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap perubahan karakteristik mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan. Penelitian telah dilakukan di Laboratorium Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro dari bulan Oktober – Desember 2016.

Materi penelitian adalah limbah penetasan yang terdiri atas 10% *Day Old Chick* (DOC) afkir, 30% cangkang telur, 60% telur gagal menetas, 10% onggok dan 0 dan 3% bentonit. Pembuatan pellet mengacu pada metode yang dilakukan Sulistiyanto dkk. (2016a). Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap pola faktorial dengan perlakuan level penambahan bentonit (0 dan 3%) sebagai faktor pertama dan perlakuan lama penyimpanan 4, 8 dan 12 minggu sebagai faktor kedua. Masing-masing perlakuan diulang 3 kali. Parameter yang diamati adalah mutu fisik (durabilitas dan *hardness* pellet) dan mutu organoleptik (tekstur, warna, bau dan jumlah pellet pecah). Data dianalisis menggunakan Analisis Ragam (*Analysis of Variance* / ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter. Apabila terdapat pengaruh perlakuan, maka dilakukan uji lanjut yaitu Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara level penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan. Penambahan bentonit berpengaruh nyata ($p < 0,05$) menurunkan nilai *hardness* pellet namun meningkatkan skor bau pellet limbah penetasan. Lama penyimpanan berpengaruh nyata meningkatkan ($p < 0,05$) skor tekstur, warna, bau dan jumlah pellet pecah pada pellet limbah penetasan. Nilai durabilitas (*Pellet Durability Indeks* / PDI) dan *hardness* pellet selama penyimpanan tergolong tinggi ($> 90\%$ dan > 5 kg/cm).

Disimpulkan bahwa penambahan bentonit dan lama penyimpanan tidak berperan dalam perubahan mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan selama penyimpanan 12 minggu. Penambahan bentonit mampu mengurangi bau busuk dari limbah penetasan dan menurunkan kekerasan (*hardness*) pellet. Kualitas pellet yang dilihat dari skor tekstur, warna, bau dan jumlah pellet pecah meningkat dengan lama waktu penyimpanan. Secara umum, mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan dapat dipertahankan dan tidak mengalami penyimpangan selama penyimpanan 12 minggu.

KATA PENGANTAR

Pellet limbah penetasan merupakan salah satu produk pengolahan limbah penetasan untuk memperbaiki penampilan fisik limbah penetasan. Pengolahan limbah penetasan menjadi bentuk pellet akan memudahkan penanganan dan pemanfaatan limbah penetasan sebagai sumber bahan pakan. Penanganan bahan pakan berkaitan dengan penyimpanan yang mempengaruhi mutu pellet. Bentonit merupakan salah satu mineral adsorben yang mampu mengikat kadar air dan memiliki kapasitas tukar kation yang baik. Penambahan bentonit dalam pellet limbah penetasan diharapkan mampu memperbaiki penampilan fisik organoleptik limbah penetasan dan menekan perubahan mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan selama penyimpanan.

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat-Nya sehingga penelitian dan penulisan skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Bambang Sulistiyanto, M.Agr.Sc, Ph.D selaku pembimbing utama dan Dr. Sri Sumarsih, S.Pt., M.P selaku pembimbing anggota atas bimbingan, saran dan arahnya selama penulisan, sehingga Skripsi ini dapat diselesaikan.
2. Rektor UNDIP atas dukungan dana penelitian melalui Dana Hibah Penelitian Kompetitif Mahasiswa, sehingga penelitian dapat berjalan dengan baik dan dapat diselesaikan.
3. Dekan Fakultas Peternakan dan Pertanian, Ketua Departemen Peternakan, Ketua Program Studi S1 Peternakan Universitas Diponegoro, Ketua

Laboratorium beserta staf atas bimbingan dan kesempatan yang telah diberikan kepada penulis selama belajar di perguruan tinggi ini.

4. Evi Suprihatiningsih selaku Tenaga Kependidikan Laboratorium Teknologi Pangan atas dukungan dan koordinasinya selama penelitian, sehingga penelitian dapat berjalan dengan lancar.
5. Dr. Ir. Barep Sutyono, M.S selaku dosen wali atas dukungan dan semangat yang telah diberikan hingga sekarang.
6. Eko Tjusyadi dan Murniati, orang tua penulis dan Diah Kartikawati kakak penulis yang senantiasa memberikan doa, semangat dan dukungan baik moral maupun finansial serta Rizki Amalia dan Novanto Mariadi adik penulis serta Asmaul Khafifatun Nadlyfah yang senantiasa memberikan doa dan semangat moral.
7. Hastine Midyo Prastyowati, Adira Putra Haryanto, Mega Hardianti, Atiya Inayati, M. Khoiruddin, M. Sudarwanto, Bima Siswoaji, Shafry Imtiyaz, Delta Maharani atas kerja sama dan telah memberikan dukungan kepada penulis selama penelitian dan penulisan.
8. Dr. Ir. Bambang Waluyo H.E.P., M.S., M.Agr dan Dr. Ir. Retno Iswarin Pujaningsih, M. Agr.Sc selaku dosen penguji.

Semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Semarang, Oktober 2017

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Limbah Penetasan	4
2.2. Pellet	5
2.3. Mutu Fisik dan Organoleptik	6
2.4. Penyimpanan	8
2.5. Bentonit.....	9
BAB III MATERI DAN METODE	11
3.1. Materi Penelitian.....	11
3.2. Metode Penelitian	12
3.3. Analisis Data	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1. Durabilitas Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan.....	19
4.2. <i>Hardness</i> Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan.....	21
4.3. Karakteristik Mutu Organoleptik Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	24
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	32
5.1. Simpulan	32
5.2. Saran	32

DAFTAR PUSTAKA.....	33
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	72

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Komposisi Pellet Limbah Penetasan.....	14
2. Penialian Mutu Organoleptik Pellet Limbah Penetasan	16
3. Rataan Nilai Durabilitas Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	19
4. Rataan Nilai <i>Hardness</i> Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	22
5. Rataan Skor Tekstur Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	24
6. Rataan Skor Warna Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	26
7. Rataan Skor Bau Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	28
8. Rataan Skor Jumlah Pellet Pecah pada Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	30

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Kuesioner Evaluasi Mutu Organoleptik Pellet Limbah Penetasan..	38
2. Diagram Alir Prosedur Penelitian.....	39
3. Analisis Ragam Durabilitas Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	40
4. Analisis Ragam <i>Hardness</i> Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	44
5. Analisis Ragam Penampilan Tekstur Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	50
6. Analisis Ragam Penampilan Warna Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	55
7. Analisis Ragam Penampilan Bau Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	60
8. Analisis Ragam Jumlah Pellet Pecah pada Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	66
9a. Kadar Air Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	71
9b. Total Fungi dan Total Bakteri Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan	7

BAB I

PENDAHULUAN

Pakan merupakan salah satu faktor penentu perkembangan usaha peternakan. Mutu pakan akan mempengaruhi produktivitas ternak, sekaligus menentukan biaya pakan atau harga pakan. Komponen biaya pakan dalam usaha peternakan mencapai 60 – 70 % dari total biaya produksi (Situmorang dkk., 2013). Penggunaan pakan alternatif merupakan salah satu upaya yang dilakukan oleh peternak untuk menekan biaya produksi.

Pakan alternatif dapat memanfaatkan limbah pertanian maupun peternakan. Limbah merupakan produk samping yang perlu penanganan tepat, sehingga tidak mencemari lingkungan dan menimbulkan penyakit. Limbah peternakan yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan diantaranya tepung bulu, *poultry meat meal* (PMM) dan limbah penetasan.

Limbah penetasan memiliki potensi sebagai bahan pakan alternatif karena memiliki potensi nutrisi yang baik. Kandungan nutrisi dalam limbah penetasan cukup tinggi yaitu 33,1% protein kasar (PK), 29,0% lemak kasar (LK), 12,1% serat kasar (SK), 21,5% abu dan 28,8 MJ/kg gross energi (Glatz *et al.*, 2011). Limbah penetasan yang terdiri atas telur gagal tetas, cangkang telur dan *day old chick* (DOC) afkir atau mati produksi yang dihasilkan setiap tahun cukup tinggi. Menurut Ditjen Peternakan dan Kesehatan Hewan diperkirakan produksi unggas di Indonesia mencapai 1,7 milyar ekor pada tahun 2016. Produksi tersebut diperkirakan menghasilkan 24.000 – 54.000 ton limbah penetasan dengan asumsi

daya tetas 50 – 80% setiap tahunnya. Pemanfaatan limbah penetasan sebagai pakan alternatif dapat membantu penanganan limbah tersebut. Kendala pemanfaatan limbah penetasan yaitu performa fisik limbah penetasan yang tidak menyenangkan dan sifatnya yang mudah rusak / busuk. *Pelleting* merupakan salah satu teknik pengolahan yang dapat memperbaiki mutu fisik limbah penetasan sehingga lebih mudah dalam penanganan. Selama proses penanganan dan penyimpanan kualitas pakan akan mengalami penurunan secara alamiah. Penurunan kualitas tersebut dapat diamati dari segi atau kualitas fisik diantaranya ketahanan benturan, warna, tekstur dan bau. Upaya yang dilakukan untuk mempertahankan kualitas pellet limbah penetasan adalah dengan menambahkan mineral adsorben dalam proses *pelleting* limbah penetasan.

Bentonit merupakan mineral adsorben yang memiliki kemampuan menyerap zat-zat yang berada disekitarnya, baik dalam fase gas maupun cair dan kemampuan tukar ion. Penggunaan bentonit dalam industri peternakan, selain dipergunakan sebagai adsorben juga dipergunakan dalam meningkatkan penampilan fisik organoleptik pakan bentuk pellet. Bentonit dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam *pelleting* limbah penetasan dengan harapan dapat meningkatkan kualitas fisik pellet. Peningkatan tersebut terjadi karena bentonit memiliki kemampuan sebagai adsorben dalam pakan bentuk pellet yang mampu menyerap kadar air dalam pellet, sehingga diharapkan memiliki durabilitas yang tinggi dan kekerasan yang ideal. Bentonit sebagai mineral adsorben juga mampu menyerap bau dari limbah penetasan, sehingga mengurangi bau tidak sedap pada limbah penetasan. Kualitas fisik pellet dengan penambahan bentonit diharapkan tidak mengalami perubahan

signifikan selama penanganan dan penyimpanan. Pengaruh penambahan bentonit terhadap karakteristik mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan pasca penyimpanan dikaji dalam penelitian ini.

Tujuan penelitian adalah mengkaji pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap perubahan karakteristik mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan. Manfaat penelitian adalah memperoleh data dan informasi kombinasi perlakuan terbaik penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap karakteristik mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan. Data atau informasi tersebut selanjutnya dapat dijadikan pertimbangan penjaminan mutu pellet limbah penetasan sebagai bahan pakan alternatif, sehingga dapat mengatasi permasalahan kebutuhan bahan pakan dan membantu mengatasi masalah pencemaran lingkungan dari limbah industri penetasan.

Hipotesis penelitian adalah terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dalam proses *pelleting* limbah penetasan dan lama penyimpanan yang berbeda. Penambahan bentonit diharapkan dapat menekan perubahan mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan yang berupa nilai durabilitas, *hardness*, tekstur, warna, bau dan jumlah pellet pecah selama penyimpanan 12 minggu.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Penetasan

Limbah penetasan adalah semua sisa dari proses penetasan setelah DOC normal diambil, yang terdiri atas DOC afkir atau yang dimusnahkan, telur gagal menetas dan cangkang telur (Wardana dkk., 2016). Produksi unggas di Indonesia mencapai 1,8 milyar ekor pada tahun 2015 dan 1,9 milyar ekor pada tahun 2016 (Kementan Republik Indonesia, 2016). Produksi unggas diperkirakan menghasilkan 24.000 – 54.000 ton limbah penetasan dengan asumsi daya tetas 50 – 80% setiap tahunnya (Al-Harhi dkk., 2010). Konversi limbah penetasan menjadi bahan pakan tidak hanya mengatasi masalah pencemaran lingkungan, namun juga memberikan inovasi sumber bahan pakan tinggi protein (Dhaliwal dkk., 1997).

Limbah penetasan mengandung 33,1% PK, 29,0% LK, 12,1% SK, 21,5% abu dan 28,8 MJ/kg gross energi, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pakan tinggi protein atau menjadi pupuk organik setelah perlakuan atau pengolahan tertentu (Glatz dkk., 2011). Tepung limbah penetasan terbukti dapat menggantikan tepung ikan pada pakan ayam petelur tanpa mempengaruhi karakteristik mutu telur yang dihasilkan (Abiola dan Onunkwor, 2004). Pengolahan yang dapat dilakukan untuk mempermudah dalam pemanfaatan dan penanganan limbah penetasan diantaranya adalah *pelleting* limbah penetasan (Sulistiyanto dkk., 2016a). Rendering, *composting*, fermentasi, iradiasi dan

dehidrasi merupakan beberapa teknik pengolahan limbah penetasan (Rasool dkk., 1999).

2.2. Pellet

Pellet merupakan bentuk massa bahan pakan dari bentuk *mesh* (tepung) yang dipadatkan dengan tekanan tinggi melalui lubang cetakan dengan ukuran tertentu yang disebut dengan *pelleting* (Jafarnejad dkk., 2010; Ensminger, 1985). *Pelleting* merupakan salah satu teknologi pengolahan yang dilakukan dalam memanfaatkan limbah penetasan sebagai pakan karena pemanasan dan tekanan tinggi pada proses *pelleting*, terbukti tidak merusak ketersediaan asam amino, maupun kemanfaatan energi bahan (Cerrate dkk., 2009; Cutlip dkk., 2008). Pakan bentuk pellet memiliki beberapa keuntungan antara lain mudah dalam penanganan dan pengangkutan, tidak mudah terjadi segregasi atau pemisahan bahan penyusun pellet karena setiap bahan telah dicampur dengan baik (Thomas dan van der Poel, 1996). Berkaitan dengan performans ternak, pakan bentuk pellet dapat meningkatkan palatabilitas, menurunkan pakan yang tercecer dan mengurangi sifat *selective feeding* (Salari dkk. 2006).

Faktor yang mempengaruhi kualitas pellet adalah 40% formulasi ransum, 20% ukuran partikel ransum, 20% proses kondisioning, 15% ukuran *die* / cetakan yang digunakan dan 5% proses *cooling* (Thomas dkk., 1997). Kualitas pellet sangat ditentukan oleh komponen atau bahan penyusun pellet dan proses pembuatan pellet berupa denaturasi protein dan gelatinisasi pati akibat adanya pemanasan (Briggs dkk., 1999). Mutu fisik pellet dapat diukur dari jumlah pellet utuh dalam satu kilogram pakan dan *Pellet Durability Indeks* (PDI) (Muramatsu

dkk., 2013). Kualitas pellet limbah penetasan berkaitan dengan penampilan fisik limbah penetasan serta hilangnya bau amis dan busuk pada limbah penetasan (Sulistiyanto dkk., 2016a).

2.3. Mutu Fisik dan Organoleptik Pellet

Mutu fisik merupakan kondisi pakan yang baik dimana pakan tersebut tidak mudah hancur dan lebih padat sesuai dengan keinginan konsumen (Syamsu, 2007). Mutu organoleptik merupakan kondisi pakan yang dapat diidentifikasi melalui alat indera yang meliputi penciuman, perabaan dan penglihatan, sehingga diperoleh mutu organoleptik yang berupa bau, tekstur/bentuk, warna dan ada tidaknya jamur (Thalib dkk., 2000; Yusmadi dkk., 2008). Mutu fisik pakan bentuk pellet antara lain kadar air, kerapatan tumpukan, sudut tumpukan, aktivitas air, berat jenis, ketahanan benturan dan ketahanan gesekan (Saenab dkk., 2010; Sholihah, 2011). Pati, protein, lemak dan gula dapat mempengaruhi kualitas fisik pellet (Thomas dkk., 1998).

2.3.1. Durabilitas Pellet

Ketahanan gesekan (*durabilitas / durability*) merupakan kemampuan pellet untuk menahan gesekan selama penanganan dan penyimpanan (Stark dkk., 2014). Pellet yang baik akan memiliki nilai durabilitas yang tinggi pada kondisi transportasi maupun penyimpanan (Widiyastuti dkk., 2004). Durabilitas pellet menunjukkan sejumlah pellet yang tetap utuh atau tidak hancur setelah diputar untuk memberikan pengaruh guncangan atau gesekan (Thomas dan van der Poel,

1996). Nilai durabilitas pellet dapat diperoleh dengan memutar 100 gram sampel pellet dalam kotak yang berputar dengan kecepatan 50 rpm selama 10 – 15 menit (Colovic dkk., 2010). Nilai durabilitas pellet dapat dikatakan tinggi apabila hasil pengukuran diatas 80%, bernilai sedang apabila nilai berada di kisaran 70 – 80% dan bernilai rendah apabila nilai durabilitas kurang dari 70% (Tabil dan Sokhansanj, 1996).

Bahan baku dan proses pengolahan menjadi faktor utama yang mempengaruhi nilai durabilitas pellet (Sulistiyanto dkk., 2016b). Protein dalam bahan penyusun pellet dapat bertindak sebagai agen pengikat antarpartikel dengan proses yang melibatkan air dan pemanasan (*conditioning*), sehingga terjadi kerusakan parsial pada struktur tiga dimensi protein yaitu struktur sekunder, tersier dan kuartener (Van Barneveld (1993) dan Thomas dkk., 1998). Pati atau *amylose* akan mengalami gelatinisasi dengan panas dan kadar air yang cukup, struktur *amylose* rusak dan membentuk ikatan baru yang mengikat partikel penyusun pellet (Loar dan Corzo, 2011). Proses *conditioning* akan memberikan pengaruh positif terhadap kualitas fisik pellet terutama nilai durabilitas dan *hardness* (Abdollahi dkk., 2013).

2.3.2. *Hardness* Pellet

Ketahanan benturan (*hardness*) merupakan ukuran yang digunakan untuk mengetahui kekompakan bahan penyusun pellet dan memastikan pellet tidak terlalu keras untuk target ternak tertentu (Stark dkk., 2014). Minimal nilai kekerasan pellet dengan diameter 6 – 8 mm adalah 6,5 kg, sedangkan nilai pellet

dari bahan hijau dengan penambahan bentonit adalah 6,02 – 9,68 kg/cm (Widiyastuti dkk., 2004). Nilai *hardness* dapat diukur menggunakan *Kahl hardness tester* dengan menekan sampel pellet hingga pellet tersebut retak (Franke dan Rey, 2006). Besarnya nilai *hardness* dapat dipengaruhi oleh letak lubang *die* dimana pellet tersebut keluar atau penambahan molasses pada pembuatan pellet (Stark dkk. 2014).

2.3.3. Mutu organoleptik pellet

Tekstur, bau dan warna pellet dapat diamati dari permukaan pakan yang dipengaruhi oleh jenis bahan yang digunakan dalam pembuatan pellet (Aslamsyah dan Karim, 2012). Tekstur pellet dengan bahan baku berupa tepung bulu akan cenderung berserat, karena bulu berbentuk serat-serat halus meskipun sudah dibuat tepung (Mulia dan Maryanto, 2014). Warna pellet ditentukan oleh warna dari bahan utama penyusun pellet (Retnani dkk., 2009). Penyimpangan warna pada bahan pakan atau pakan dipengaruhi oleh pertumbuhan jamur atau kapang, sehingga akan memiliki warna yang berbeda-beda seperti kehijauan, kehitaman, kecokelatan atau bulukan (Ahmad, 2009).

2.4. Penyimpanan

Penyimpanan merupakan tindakan untuk menahan atau menunda suatu barang sebelum barang tersebut digunakan tanpa mengubah bentuk dari barang tersebut (Krisnan, 2008). Mutu pakan secara alamiah akan mengalami penurunan selama masa penyimpanan. Penurunan tersebut dapat disebabkan oleh faktor

internal maupun eksternal. Faktor internal meliputi kandungan nutrisi dan cemaran mikrobiologis baik selama proses pembuatan maupun selama penyimpanan, sedangkan faktor eksternal meliputi suhu, kelembapan, investasi insekta maupun aktivitas manusia. Penyimpanan yang ideal adalah suhu berkisar antara 18° - 24°C dengan lingkungan penyimpanan yang bersih dan terang, sirkulasi udara yang baik serta bebas dari serangga dan tikus (Yuliastanti, 2001). Mutu pakan akan menurun apabila disimpan lebih dari jangka waktu tertentu, sehingga uji sifat fisik pakan penting untuk dilakukan yang meliputi warna, tekstur, bau, kekerasan, durabilitas dan kadar air. Sifat fisik pakan menjadi tolok ukur mutu pakan karena dengan mengetahui sifat fisik pakan maka dapat diketahui batas waktu penyimpanan dan mutu pakan tetap terjaga. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mempertahankan mutu pakan adalah dengan melakukan penambahan mineral adsorben berupa bentonit.

2.5. Bentonit

Bentonit merupakan salah satu mineral batuan yang memiliki kemampuan menyerap zat disekitarnya yang berupa larutan, gas dan penukar kation. Bentonit biasa digunakan sebagai bahan penyerap dalam bidang peternakan, perikanan maupun pertanian (Aziz, 2009). Penyusun bentonit adalah 80% montmorilonit dengan rumus kimia $(\text{Na}/\text{Ca})_{0,33}(\text{Al}/\text{Mg})_{12}\text{Si}_4\text{O}_{10}(\text{OH})_{2n}(\text{H}_2\text{O})$ (Kosim dkk., 2015). Montmorilonit memiliki 2 layer tetrahedral dengan pusatnya berupa silika dan 1 layer oktahedral dengan pusatnya aluminium dimana alumina akan bertukar dengan silika pada tetrahedral, sedangkan Fe atau Mg akan bertukar dengan Al

pada layer oktahedral (Oluwaseyi, 2016). Si_4O_{10} pada layer tetrahedral dihubungkan dengan oksigen dan memiliki ion-ion hidroksil (bermuatan negatif) (Seredych dkk., 2008).

Bentonit telah banyak digunakan dalam industri peternakan baik sebagai aditif pakan maupun sebagai bahan dalam sanitasi kandang. Penggunaan bentonit sebanyak 4% sebagai mineral binder merupakan taraf pemberian optimum untuk meningkatkan mutu fisik pakan dalam bentuk pellet (Rozy, 2008). Penambahan bentonit dalam pakan bentuk pellet dapat meningkatkan ketahanan pellet dengan menurunkan kadar air, namun bentonit yang memiliki warna putih krem tidak terlalu berpengaruh terhadap warna pellet (Retnani dkk., 2009). Penggunaan bentonit dalam pembuatan pakan bentuk pellet mampu meningkatkan kualitas fisik pellet terutama pada nilai durabilitas pellet (Widiyastuti dkk., 2004). Nilai durabilitas pellet yang ditambahkan bentonit sampai dengan 2% adalah 99,98% (Harmiyanti (2002) dalam Siregar, 2012). Bentonit sebagai adsorben memiliki kemampuan untuk mengikat ion-ion ammonia masuk ke dalam pori-pori bentonit yang kosong (Kosim dkk., 2015). Keunggulan bentonit yang lain adalah mampu menyerap zat anti nutrisi atau mikotoksin yang terkandung dalam bahan pakan (Maryam, 2006).

BAB III

MATERI DAN METODE

Penelitian dengan judul “Karakteristik Mutu Fisik Organoleptik Pasca Penyimpanan Pellet Limbah Penetasan yang Dibuat dengan Penambahan Bentonit” telah dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan Desember 2016. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian Universitas Diponegoro, Semarang.

3.1. Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian adalah limbah penetasan yang terdiri atas telur gagal menetas, cangkang telur dan DOC afkir atau mati, onggok sebagai *filler* dan bentonit. Alat yang digunakan adalah seperangkat alat pencetak pellet, ember dan plastik untuk menampung limbah, blender untuk menghaluskan masing-masing komponen limbah, panci untuk mengukus adonan pellet, nampan sebagai tempat pellet yang telah dicetak, lemari pengering untuk mengeringkan pellet. *Hardness pellet tester* untuk mengukur kekerasan (*hardness*) pellet, *durability pellet tester* dan timbangan analitik untuk menimbang sampel pellet untuk mengukur ketahanan atau durabilitas pellet (*Pellet Durability Indeks/PDI*). Penilaian mutu organoleptik pellet limbah penetasan mengacu pada penelitian Sulistiyanto dkk. (2016b), yaitu menggunakan kuesioner penilaian mutu organoleptik pellet limbah penetasan (Lampiran 1).

3.2. Metode Penelitian

3.2.1. Rancangan percobaan

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial 2 x 3 (Steel dan Torrie 1991). Faktor perlakuan pertama adalah penambahan bentonit B0 (0%) dan B1 (3%), sedangkan faktor kedua adalah lama penyimpanan yaitu P1 (4 minggu), P2 (8 minggu) dan P3 (12 minggu) dengan 3 ulangan pada masing-masing perlakuan. Kombinasi perlakuan sebagai berikut :

B0P1 = pellet dengan penambahan bentonit 0%, disimpan selama 4 minggu

B0P2 = pellet dengan penambahan bentonit 0%, disimpan selama 8 minggu

B0P3 = pellet dengan penambahan bentonit 0%, disimpan selama 12 minggu

B1P1 = pellet dengan penambahan bentonit 3%, disimpan selama 4 minggu

B1P2 = pellet dengan penambahan bentonit 3%, disimpan selama 8 minggu

B1P3 = pellet dengan penambahan bentonit 3%, disimpan selama 12 minggu

Model Linear Aditif

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk} ; i = (1,2) \quad j = (1,2,3,) \quad k = (1,2,3)$$

Keterangan :

Y_{ijk} = Mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan pada unit ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij (taraf ke-i dari penambahan bentonit dan taraf ke-j dari lama penyimpanan).

μ = Nilai tengah umum mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan

A_i = Pengaruh aditif dari penambahan bentonit ke-i

B_j = Pengaruh aditif dari lama penyimpanan ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Pengaruh interaksi antara penambahan bentonit ke-i dan lama penyimpanan ke-j

E_{ijk} = Pengaruh galat percobaan pada petak percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan ij

Hipotesis Statistik

- a. H_0 : $(\alpha\beta)_{ij} = 0$, berarti tidak terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan.
 H_1 : minimal ada satu $(\alpha\beta)_{ij} \neq 0$, terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dengan lama penyimpanan terhadap mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan.
- b. H_0 : $\alpha_i = 0$, berarti tidak terdapat pengaruh penambahan bentonit terhadap mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan.
 H_1 : minimal ada satu $\alpha_i \neq 0$, minimal terdapat satu penambahan bentonit yang dapat mempengaruhi mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan.
- c. H_0 : $\beta_j = 0$, berarti tidak terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan.
 H_1 : minimal ada satu $\beta_j \neq 0$, minimal terdapat satu dari lama penyimpanan yang dapat mempengaruhi mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan.

3.2.2. Prosedur penelitian

Penelitian dilakukan dengan 3 tahap, yaitu tahap persiapan, tahap pengolahan dan analisis mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan. Diagram alir prosedur penelitian dapat dilihat pada Lampiran 2.

Tahap persiapan dilakukan dengan survei perusahaan penetasan yang terletak di desa Gunung Pati, Kabupaten Semarang. Survei dilakukan untuk memperoleh ijin pemanfaatan limbah penetasan. Tahap persiapan berikutnya adalah pengadaan alat dan bahan yang akan digunakan dan membuat perijinan penggunaan laboratorium. Pengolahan pellet limbah penetasan dilakukan menggunakan metode Sulistiyanto dkk. (2016). Komponen limbah penetasan terdiri atas 10% DOC afkir atau mati, 30% cangkang telur dan 60% telur gagal tetas. Komposisi bahan yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Pellet Limbah Penetasan

Komponen Limbah	Persentase Limbah ----- (%)-----
DOC afkir atau mati	10,00
Cangkang Telur	30,00
Telur Gagal Tetas	60,00

Sulistiyanto dkk. (2016b).

Masing-masing komponen limbah penetasan dipisahkan dan dihaluskan menggunakan blender kemudian dicampur hingga homogen dan ditambah ongkok sebanyak 10% (B/B) dari total berat campuran limbah penetasan. Campuran limbah dan ongkok yang sudah homogen, kemudian ditambahkan bentonit sebanyak 0 dan 3% (B/B). Proses selanjutnya dilakukan pengukusan selama 30 menit dan dicetak menjadi bentuk pellet. Pellet dikeringkan menggunakan lemari pengering dengan suhu 40°C selama 24 jam dan dilakukan pembalikan setiap 8 jam sekali. Pellet yang sudah kering disimpan dalam plastik yang ditutup rapat. Pellet disimpan dengan lama penyimpanan yang berbeda, yaitu 4, 8 dan 12

minggu. Tahap analisis yang dilakukan meliputi analisis mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan dengan penambahan bentonit pasca penyimpanan.

3.2.3. Parameter yang diamati

Parameter yang diamati dalam penelitian adalah mutu fisik dan organoleptik pellet limbah penetasan. Mutu fisik berupa nilai ketahanan (*durabilitas / Pellet Duraability Indeks (PDI)*) dan kekerasan (*hardness*), sedangkan mutu organoleptik pellet meliputi tekstur, warna, bau dan jumlah pellet pecah.

3.2.2.1. Uji mutu fisik pellet dilakukan untuk mengukur nilai durabilitas dan kekerasan pellet. Uji durabilitas pellet merujuk pada Colovic dkk. (2010), menggunakan *Durability Pellet Tester*. Sampel pellet sebanyak 100 gram dimasukkan ke dalam kotak yang berputar dengan kecepatan 50 rpm selama 10 - 15 menit. Sampel kemudian diayak menggunakan ayakan berukuran $0,8 \times$ diameter pellet yang diukur. Sampel yang tidak lolos ayakan ditimbang beratnya kemudian dihitung nilai durabilitasnya. Nilai durabilitas pellet (D_u) dinyatakan sebagai perbandingan berat pellet setelah di putar (MP_a) dengan berat pellet sebelum diputar (MP_b) kemudian dikalikan dengan 100% atau dengan rumus sebagai berikut:

$$D_u = \frac{MP_a}{MP_b} \times 100\%$$

Uji *hardness* merujuk pada Franke dan Rey (2006), yaitu menggunakan “*Kahl*” *hardness tester* yang dioperasikan dengan tangan. Pengukuran dilakukan dengan menekan pellet sampai pellet tersebut retak. Nilai *hardness* diperoleh berdasarkan

skala yang tertera pada alat tersebut dalam satuan kilogram dengan jumlah sampel 12 – 20 buah.

3.2.2.2. Uji mutu organoleptik pellet, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian Mutu Organoleptik Pellet Limbah Penetasan*

Kriteria	Skor	
	Nilai	Angka**
Penampilan Bentuk Pellet		
- Permukaan halus/rata, tidak ada retakan, lurus, ukuran seragam	Amat Baik	7
- Permukaan halus/rata, ada retakan halus, bengkok, ukuran beberapa tidak seragam	Baik	5
- Permukaan agak tidak rata, ada tanda retakan, bengkok, ukuran tidak seragam	Jelek	3
- Permukaan kasar/tidak rata, retakan nampak jelas, ukuran tidak seragam	Sangat Jelek	1
Penampilan Warna Pellet		
- Cerah, merata, tidak ada bercak gelap	Amat Baik	7
- Cerah, kurang merata, ada sedikit bercak gelap	Baik	5
- Kurang cerah, ada bercak gelap	Jelek	3
- Kecokelatan, banyak bercak gelap	Sangat Jelek	1
Penampilan Bau Pellet		
- Tidak berbau	Amat Baik	7
- Agak berbau khas telur/agak amis	Baik	5
- Berbau amis, agak bau busuk	Jelek	3
- Bau telur busuk sangat tajam	Sangat Jelek	1
Persentase Jumlah Pellet Pecah per Petri (25 gram) sampel pellet		
- < 5%	Amat Baik	7
- 5 – 10%	Baik	5
- 10 – 15 %	Jelek	3
- > 15%	Sangat Jelek	1

* Sulistiyanto dkk. (2016b)

** Semakin tinggi skor yang diperoleh, mutu pellet semakin baik.

Pengujian mutu organoleptik pellet limbah penetasan dilakukan dengan menyediakan 25 gram sampel pellet limbah penetasan yang diletakkan dalam 1 buah cawan petri untuk setiap unit percobaan. Tabel 2. merupakan tabel penilaian mutu organoleptik pellet limbah penetasan. Penilaian dilakukan dengan menghadirkan 15 orang panelis terlatih. Panelis akan menilai tekstur, warna, bau dan jumlah pellet pecah yang telah disediakan dalam satu cawan petri menggunakan kuesioner yang terdapat pada Lampiran 1.

3.3. Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam (*Analysis Of Variance / ANOVA*) dengan taraf signifikansi 5% untuk mengetahui adanya pengaruh perlakuan. Kaidah pengambilan keputusan pada analisis ragam menurut Steel dan Torrie (1991) adalah sebagai berikut :

- a. Pengaruh Interaksi Antara Penambahan Bentonit (B) dan Lama Penyimpanan (P)
 - Apabila $F_{hitung} B \times P < F_{tabel}$ pada taraf 5% maka tidak terdapat pengaruh interaksi yang nyata antara faktor B dengan faktor P (non signifikan).
 - Apabila $F_{hitung} B \times P \geq F_{tabel}$ pada taraf 5% maka terdapat pengaruh interaksi yang nyata antara faktor B dengan faktor P (signifikan).
- b. Pengaruh Penambahan Bentonit (B)
 - Apabila $F_{hitung} B < F_{tabel}$ pada taraf 5% maka faktor B tidak memberikan pengaruh nyata (non signifikan).

- Apabila $F_{hitung} B \geq F_{tabel}$ pada taraf 5% maka faktor B memberikan pengaruh nyata (signifikan).

c. Pengaruh Lama Penyimpanan (P)

- Apabila $F_{hitung} P < F_{tabel}$ pada taraf 5% maka faktor P tidak memberikan pengaruh nyata (non signifikan).
- Apabila $F_{hitung} P \geq F_{tabel}$ pada taraf 5% maka faktor P memberikan pengaruh nyata (signifikan).

Apabila terdapat pengaruh perlakuan, maka dilakukan uji lanjut untuk mengetahui perbedaan pengaruh antar perlakuan pada taraf 5%. Uji lanjut yang dilakukan adalah uji Beda Nyata Terkecil (BNT) / *Least Significant Difference* (LSD).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Durabilitas Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Hasil analisis ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap nilai durabilitas pellet limbah penetasan. Masing-masing perlakuan secara parsial, baik penambahan bentonit dan lama penyimpanan tidak memberikan pengaruh terhadap nilai durabilitas pellet limbah penetasan. Rataan nilai durabilitas pellet limbah penetasan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Nilai Durabilitas Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Rataan
	4	8	12	
	-----%-----			
0	98,46	98,24	98,87	98,52
3	98,25	99,19	98,58	98,67
Rataan	98,36	98,72	98,73	

Tabel 3. menunjukkan nilai durabilitas pellet limbah penetasan tidak mengalami perubahan signifikan selama penyimpanan. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi penyimpanan yang baik dan tertutup rapat, sehingga kadar air pellet tetap terjaga. Pellet limbah penetasan melalui proses pengeringan dan memiliki kadar air yang rendah yaitu 3,76 – 4,87% (Lampiran 9a). Selama penyimpanan

dengan kondisi tertutup rapat menyebabkan kadar air pellet limbah penetasan tidak mengalami perubahan. Penambahan 3% bentonit memberikan nilai durabilitas yang sama dengan pellet tanpa penambahan bentonit. Bentonit yang ditambahkan belum memberikan pengaruh yang signifikan karena bentonit yang digunakan masih dalam bentuk mineral alam yang belum mengalami aktivasi. Aktivasi bentonit dapat meningkatkan kemampuan bentonit sebagai mineral adsorben dan diharapkan mampu meningkatkan mutu fisik pellet. Menurut Sahara (2011), aktivasi bentonit dengan pemanasan secara umum menunjukkan kapasitas adsorpsi yang lebih besar dibandingkan dengan bentonit tanpa pemanasan maupun aktivasi dengan asam. Maradang dkk. (2014) menyatakan bahwa semakin tinggi tingkat keasaman aktivator, akan meningkatkan kemampuan bentonit sebagai adsorben.

Nilai durabilitas pellet limbah penetasan lebih dipengaruhi oleh bahan baku dan proses pengolahannya. Hal ini didukung oleh Sulistiyanto dkk. (2016b) melaporkan bahwa penambahan bentonit dalam *pelleting* limbah penetasan tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap durabilitas, sehingga dapat dipertimbangkan bahwa bahan baku dan proses pengolahan menjadi faktor utama yang mempengaruhi nilai durabilitas. Bahan baku pellet yang berupa protein (DOC afkir dan telur gagal menetas) dengan penambahan tepung onggok dapat merekatkan bahan. Abdollahi dkk. (2013) menyatakan bahwa protein yang terdenaturasi memungkinkan terjadinya *gelling* yang kuat, sehingga ikatan antar partikel lebih rekat yang membuat pellet lebih *durable* atau memiliki nilai durabilitas tinggi. Adanya pati dalam tepung onggok, akan mengalami gelatinisasi

pada saat proses *conditioning*. Dewi (2017) menyatakan bahwa onggok merupakan hasil samping dari pembuatan tepung tapioka yang tidak ikut terekstraksi masih mengandung pati yang cukup tinggi. Menurut Abdollahi dkk. (2013) dan Donald (2001), proses gelatinisasi terjadi pada suhu tertentu yaitu kisaran 50 – 70° C menyebabkan pati akan mengembang pada medium yang berair dan tidak akan kembali ke struktur semula.

Pengukusan yang dilakukan sebelum pencetakan pellet memungkinkan terjadinya proses denaturasi protein dari DOC dan telur gagal menetas serta gelatinisasi pati yang berasal dari tepung onggok sehingga meningkatkan ikatan antar partikel penyusun pellet. Skoch dkk. (1981) menyatakan bahwa durabilitas pellet dapat dipengaruhi oleh proses *conditioning*. Kaliyan dan Morey (2010) melaporkan bahwa pengukusan membentuk ikatan kuat antara serat kasar dan protein. Nilai durabilitas pellet limbah penetasan yang dihasilkan tergolong tinggi yaitu lebih dari 80%. Menurut Tabil dan Sokhansanj (1996), nilai durabilitas pellet dikatakan rendah apabila kurang dari 70%, nilai durabilitas pellet dikatakan sedang apabila diantara 70 – 80% dan nilai durabilitas dikatakan tinggi apabila nilainya lebih dari 80%. Tingginya nilai durabilitas menunjukkan ketahanan pellet selama penyimpanan 12 minggu, tidak berubah menjadi bentuk tepung atau hancur.

4.2. Hardness Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Hasil analisis ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap

nilai *hardness* pellet limbah penetasan. Lama penyimpanan tidak memberikan pengaruh tetapi penambahan bentonit memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) menurunkan nilai *hardness* pellet limbah penetasan. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa nilai *hardness* pellet limbah penetasan tanpa penambahan bentonit berbeda nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan dengan nilai *hardness* pellet limbah penetasan dengan 3% bentonit. Rataan nilai *hardness* pellet limbah penetasan disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Nilai *Hardness* Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Rataan
	4	8	12	
	-----kg/cm-----			
0	5,48	5,40	5,33	5,41 ^a
3	5,18	5,13	5,02	5,11 ^b
Rataan	5,33	5,26	5,18	

Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

Tabel 4. menunjukkan bahwa selama penyimpanan nilai *hardness* pellet limbah penetasan tidak mengalami perubahan signifikan, namun penambahan 3% bentonit pada proses pelleting limbah penetasan menurunkan nilai *hardness*. *Hardness* menunjukkan kekuatan pellet atau untuk mengetahui bahwa pellet tersebut tidak terlalu keras untuk ternak target. Pellet yang dibuat dengan penambahan 3% bentonit memiliki rata-rata nilai *hardness* yang lebih rendah, yaitu 5,11 kg/cm dibandingkan pellet yang dibuat tanpa penambahan bentonit yaitu 5,40 kg/cm. Menurut Widiyastuti dkk. (2004) rataan nilai *hardness* pellet dari bahan hijauan dengan penambahan 3% bentonit adalah 6,02 – 9,68 kg/cm. Nilai *hardness* pellet limbah penetasan tergolong normal, namun apabila

dibandingkan dengan hasil penelitian Widiyastuti dkk. (2004), nilai *hardness* pellet limbah penetasan tergolong rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan komponen penyusun pellet limbah penetasan dan tingginya kadar kalsium dalam komponen limbah penetasan.

Komposisi pellet limbah penetasan sebagian besar adalah daging dan telur gagal menetas yang membuat pellet lebih lunak. Komponen tersebut masih memiliki kadar protein tinggi. Beberapa faktor lain yang mempengaruhi nilai kekerasan pellet limbah penetasan adalah kandungan pati dalam ongkok, proses pembuatan pellet (*conditioning*), bentuk dan ukuran pellet limbah penetasan. Abdollahi dkk. (2013) menjelaskan bahwa *conditioning* memberikan pengaruh positif terhadap kualitas pellet terutama pada nilai durabilitas dan *hardness*nya. Stark dkk. (2014) menjelaskan bahwa kekerasan pellet juga bergantung dari *die* mana pellet tersebut dihasilkan. Pellet yang keluar dari pusat *die* memiliki kekerasan yang rendah dan kurang *durable*. Lebih lanjut Stark dkk. (2014) menjelaskan bahwa durabilitas dan kekerasan tidak selalu berbanding lurus, karena pellet dengan binder molasses memiliki kekerasan yang rendah tetapi lebih *durable*.

Pellet limbah penetasan dengan penambahan 3% bentonit memiliki struktur yang lebih liat dengan *hardness* rendah dan tidak mengalami perubahan selama penyimpanan 12 minggu, namun memiliki nilai durabilitas yang tinggi. Penambahan 3% bentonit menurunkan nilai *hardness* pellet limbah penetasan namun masih dalam nilai yang normal.

4.3. Karakteristik Mutu Organoleptik Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Evaluasi mutu organoleptik pellet limbah penetasan terdiri atas tekstur, warna, bau dan jumlah pellet pecah.

4.3.1. Tekstur pellet limbah penetasan

Skor tekstur pellet limbah penetasan diperoleh berdasarkan rata-rata penilaian 15 panelis. Hasil analisis ragam (Lampiran 5) menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap tekstur pellet limbah penetasan. Lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) meningkatkan skor tekstur pellet, sedangkan penambahan bentonit tidak memberikan pengaruh nyata. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa tekstur pellet pada minggu ke-4 berbeda nyata ($p < 0,05$) lebih rendah terhadap tekstur pellet pada minggu ke-8 dan 12, namun tekstur pellet pada minggu ke-8 dan 12 tidak berbeda nyata. Penilaian tekstur pellet limbah penetasan pada berbagai penyimpanan disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Skor Tekstur Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit dan Lama Penyimpanan yang Berbeda

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Rataan
	4	8	12	
0	3,71	4,29	4,82	4,27
3	3,71	4,55	4,64	4,30
Rataan	3,71 ^b	4,42 ^a	4,73 ^a	

Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

* 1 = permukaan kasar / tidak rata, retakan nampak jelas dan ukuran tidak seragam

3 = permukaan agak tidak rata, ada tanda retakan, bengkok dan ukuran tidak seragam

5 = permukaan halus / rata, ada retakan, bengkok dan ukuran beberapa tdk seragam

7 = permukaan halus / rata, tidak ada retakan, lurus dan ukuran seragam.

Rataan skor tekstur pellet limbah penetasan selama penyimpanan menunjukkan nilai cukup yaitu berada diantara skor 3 - 5. Skor tersebut menunjukkan bahwa tekstur limbah penetasan tidak mengalami perubahan atau penurunan selama penyimpanan. Tekstur pellet limbah penetasan dikatakan cukup, yaitu permukaan agak rata dengan sedikit retakan halus. Hal tersebut dapat disebabkan adanya bulu-bulu pada pellet yang berasal dari penggilingan DOC afkir. Bulu-bulu tersebut tidak hancur menjadi tepung meskipun sudah digiling dan masih berbentuk serat serat halus. Mulia dan Maryanto (2014) melaporkan bahwa pakan dengan bahan baku yang mengandung tepung bulu cenderung berserat. Hal ini disebabkan bulu ayam tidak bisa memiliki bentuk yang halus, meskipun bulu ayam sudah dibuat tepung. Aslamsyah dan Karim (2012) menyatakan bahwa tekstur pellet dapat dilihat dari permukaan yang halus, berlubang atau berserat yang dapat dipengaruhi oleh kehalusan bahan baku atau ukuran partikel bahan baku, binder yang digunakan dan jumlah serat dalam bahan.

Tekstur pellet yang tidak mengalami perubahan dapat diakibatkan adanya kerekatan antar partikel penyusun pellet yang sangat kuat. Komponen utama dari pellet limbah penetasan adalah protein. Denaturasi protein menyebabkan ikatan antar partikel lebih kuat. Van Barneveld (1993) dan Thomas dkk. (1998) menjelaskan bahwa protein dapat bertindak sebagai agen pengikat antarpartikel dengan proses yang melibatkan air dan pemanasan (*conditioning*), sehingga terjadi kerusakan parsial pada struktur tiga dimensi protein (struktur sekunder, tersier dan kuaterner). Protein akan mengalami reassosiasi dan rantai baru dapat terbentuk diantara partikel yang berbeda.

Penggunaan ongkok pada *pelleting* limbah penetasan dapat bertindak sebagai binder karena masih mengandung pati. Kandungan pati dalam ongkok akan mengalami proses gelatinisasi pada saat pengukusan dan pencetakan pellet. Loar dan Corzo (2011) menjelaskan bahwa pati tergelatinisasi dengan panas dan kadar air yang cukup, ikatan asli rusak dan setelah pendinginan ikatan baru terbentuk mengikat partikel pembentuk pellet. Adanya denaturasi protein dan gelatinisasi pati yang berasal dari ongkok, membuat tekstur pellet lebih kompak dan tidak mudah mengalami perubahan selama penyimpanan 12 minggu.

4.3.2. Warna pellet limbah penetasan

Skor warna pellet limbah penetasan diperoleh berdasarkan rata-rata penilaian 15 panelis. Penilaian warna pellet limbah penetasan pada berbagai penyimpanan disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Rataan Skor Penilaian Warna Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Rataan
	4 minggu	8 minggu	12	
0	3,49	4,07	5,00	4,18
3	4,82	4,20	5,62	4,88
Rataan	4,16 ^b	4,14 ^b	5,31 ^a	

Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

* 1 = kecokelatan dan banyak bercak gelap

3 = kurang cerah dan ada bercak gelap

5 = cerah kurang merata dan ada sedikit bercak gelap

7 = cerah, merata dan tidak ada bercak gelap

Hasil analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dengan lama penyimpanan

terhadap warna pellet. Lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) meningkatkan warna pellet, sedangkan penambahan bentonit tidak memberikan pengaruh terhadap warna pellet limbah penetasan. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa warna pellet pada minggu ke-12 berbeda nyata lebih tinggi terhadap warna pellet pada minggu ke-4 dan 8 ($p < 0,05$), namun warna pellet pada minggu ke-4 tidak berbeda nyata dengan warna pellet pada minggu ke-8 (Lampiran 6).

Rataan skor yang diberikan panelis pada warna pellet menunjukkan bahwa warna pellet tergolong cukup baik hingga baik. Warna pellet limbah penetasan yang baik adalah coklat cerah kurang merata dengan sedikit bercak gelap. Penambahan bentonit tidak mempengaruhi warna pellet karena warna bentonit menyerupai warna tepung cangkang telur yaitu krem. Retnani dkk. (2009) melaporkan bahwa warna pellet dengan penambahan bentonit menyerupai warna ransum basal dikarenakan bentonit memiliki warna putih-krem. Warna pada pakan bentuk pellet dipengaruhi oleh warna dari bahan baku yang digunakan. Komponen limbah penetasan yang berupa tepung cangkang telur, telur gagal menetas dan daging DOC afkir memiliki warna coklat muda hingga coklat kemerahan dengan tambahan onggok, warna menjadi coklat.

Perubahan warna yang terjadi pada bahan pakan atau pakan dapat disebabkan aktivitas mikroorganisme terutama jamur yang tumbuh pada bahan pakan atau pakan selama penyimpanan. Jamur memiliki karakteristik yang spesifik, sehingga warna yang timbul pada bahan pakan atau pakan yang ditumbuhi jamur juga akan berbeda-beda. Ahmad (2009) menyatakan bahwa bahan pakan yang terserang kapang akan berwarna kehijauan, kehitaman,

kecokelatan dan bulukan. Pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan, seperti suhu, kelembapan dan kadar air bahan. Kondisi pakan yang lembap atau kadar air tinggi mampu mendukung tumbuhnya jamur. Apabila jamur tumbuh pada bahan pakan, maka akan menghasilkan warna yang berbeda pada bahan pakan. Hal tersebut terjadi karena jamur tumbuh menempel pada permukaan bahan pakan dan menutupi warna dasar bahan pakan. Kadar air pellet limbah penetasan yang rendah selama penyimpanan mampu menekan pertumbuhan jamur atau kapang (Lampiran 9b), sehingga tidak terjadi perubahan warna pada pellet limbah penetasan selama penyimpanan 12 minggu.

4.3.3. Bau pellet limbah penetasan

Skor bau pellet limbah penetasan diperoleh berdasarkan rata-rata penilaian 15 panelis. Penilaian bau pellet limbah penetasan pada berbagai penyimpanan disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Rataan Skor Bau Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Rataan
	4	8	12	
0	4,11	4,51	4,82	4,48 ^b
3	4,73	4,73	5,00	4,82 ^a
Rataan	4,42 ^b	4,62 ^{ab}	4,91 ^a	

Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

- * 1 = bau telur busuk sangat tajam
 3 = berbau amis dan agak bau busuk
 5 = agak berbau khas telur / amis
 7 = tidak berbau

Hasil analisis ragam (Lampiran 7) menunjukkan tidak terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dengan lama penyimpanan terhadap bau pellet limbah penetasan. Penambahan bentonit memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) meningkatkan skor bau pellet limbah penetasan dan lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) meningkatkan skor bau pellet limbah penetasan.

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa skor bau pada minggu ke-4 berbeda nyata ($p < 0,05$) lebih rendah dengan minggu ke-12, namun tidak berbeda nyata dengan minggu ke-8. Skor bau pellet limbah penetasan dengan penambahan 3% bentonit berbeda nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi dengan pellet limbah penetasan tanpa penambahan bentonit. Skor bau pada pellet limbah penetasan menunjukkan tingkat bau busuk pada pellet. Semakin tinggi skor yang diberikan, maka tingkat bau busuk dan bau amis pada pellet semakin rendah.

Bau khas telur atau agak amis yang timbul dapat diakibatkan oleh bahan baku pellet yang berupa telur gagal menetas. Bau busuk pada limbah penetasan disebabkan oleh adanya gas ammonia yang terlepas akibat adanya kerusakan protein. Banon dan Suharto (2008) menyatakan bahwa bau busuk limbah peternakan diakibatkan oleh penguraian protein atau zat organik lain yang terdapat pada limbah, sehingga ammonia terlepas ke udara.

Proses *pelleting* membantu menghilangkan bau busuk pada limbah penetasan dengan adanya onggok, pengeringan dan penambahan bentonit. Penambahan bentonit membantu mengurangi bau busuk dengan membantu mengadsorpsi gas ammonia yang terbentuk. Menurut Kosim dkk. (2015), bentonit

memiliki kemampuan sebagai adsorben yang mampu mengikat ion-ion ammonia masuk ke dalam pori-pori bentonit yang kosong. Nurhayati (2010) menjelaskan bahwa pengikatan ammonia oleh bentonit dapat terjadi melalui pembentukan ikatan hidrogen antara gugus N-H atau -OH dengan ion O yang terdapat pada permukaan bentonit. Bau pada pellet imbah penetasan tidak mengalami penyimpangan selama penyimpanan 12 minggu. Hal ini dapat disebabkan oleh kondisi penyimpanan yang tertutup rapat dengan kadar air pellet yang rendah (Lampiran 9), sehingga dapat menekan pengaruh dari luar yang dapat menyebabkan penyimpangan bau seperti oksidasi dan penguraian oleh mikroba.

4.3.4. Jumlah Pellet Pecah

Skor jumlah pellet pecah dengan penambahan bentonit pasca penyimpanan disajikan pada Tabel 8. Skor jumlah pellet pecah yang semakin besar menunjukkan jumlah pellet yang pecah atau hancur semakin sedikit.

Tabel 8. Rataan Skor Jumlah Pellet Pecah dengan Level Penambahan Bentonit dan Lama Penyimpanan yang Berbeda

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Rataan
	4	8	12	
0	4,69	4,82	5,13	4,88
3	3,67	5,13	5,13	4,64
Rataan	4,18 ^b	4,98 ^a	5,13 ^a	

Superskrip yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$)

* 1 = pecah > 15%

3 = pecah 10 – 15%

5 = pecah 5 – 10%

7 = pecah < 5%

Hasil penilaian jumlah pellet pecah berdasarkan pada rata-rata penilaian 15 panelis. Hasil analisis ragam (Lampiran 8) menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh interaksi antara penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap jumlah pellet pecah. Penambahan bentonit tidak memberikan pengaruh terhadap jumlah pellet pecah, namun lama penyimpanan memberikan pengaruh nyata ($p < 0,05$) menurunkan jumlah pellet pecah pada pellet limbah penetasan. Hasil uji BNT menunjukkan bahwa jumlah pellet pecah pada minggu ke-4 berbeda nyata ($p < 0,05$) lebih tinggi terhadap minggu ke-8 dan 12.

Jumlah pellet pecah berkaitan dengan nilai durabilitas pellet. Semakin tinggi nilai durabilitas pellet yang dihasilkan, maka semakin rendah jumlah pellet yang pecah. Stark dkk. (2014) dan Abdollahi dkk. (2013) menyatakan bahwa durabilitas merupakan kemampuan pellet dalam menahan gesekan selama penyimpanan dan transportasi, sehingga pellet tetap utuh dan tidak kembali menjadi bentuk tepung sampai waktu pemberian pada ternak. Menurut Thomas dan Van der Poel (1996), gesekan pada pellet dapat terjadi melalui fragmentasi dan abrasi dimana fragmentasi menyebabkan fraktur pellet menjadi partikel yang lebih kecil, sedangkan abrasi merupakan fraktur pellet pada bagian permukaan saja. Jumlah pellet pecah selama penyimpanan tidak mengalami perubahan karena nilai durabilitas selama penyimpanan relatif tinggi, yaitu $> 90\%$ (Tabel 3).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1. Simpulan

Disimpulkan bahwa penambahan bentonit dan lama penyimpanan tidak berperan dalam perubahan mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan selama penyimpanan 12 minggu. Penambahan bentonit mampu mengurangi bau busuk dari limbah penetasan dan menurunkan kekerasan (*hardness*) pellet. Kualitas pellet yang dilihat dari skor tekstur, warna, bau dan jumlah pellet pecah meningkat dengan lama waktu penyimpanan. Secara umum, mutu fisik organoleptik pellet limbah penetasan dapat dipertahankan dan tidak mengalami perubahan selama penyimpanan 12 minggu.

5.2. Saran

Penggunaan bentonit pada proses *pelleting* limbah penetasan perlu dikaji lebih lanjut untuk penggunaan terhadap ternak sebagai pertimbangan kelayakan penggunaan pada ransum unggas.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, M. R., V. Ravindran dan B. Svihus. 2013. Pelleting of broiler diets : An overview with emphasis on pellet quality and nutritional value. *Animal Feed Science and Technology*. 179 (2013): 1 – 23.
- Abiola, S. S. dan E. K. Onunkwor. 2004. Replacement value of hatchery waste meal in layer diets. *Bioresource Technology*. 95 (2004): 103 – 106.
- Ahmad, R. Z. 2009. Cemaran kapang pada pakan dan pengendaliannya. *J. Litbang Pertanian*. 28 (1): 15 – 22.
- Al-Harhi, M. A., A. A. El-Deek, M. S. El-Din, and A. A. Alabdeen. 2010. A nutritional evaluation of hatchery by-product in the diets for laying hens. *Egypt. Poult. Sci*. 30 (1): 339-351.
- Aslamsyah, S. dan M. Y. Karim. 2012. Uji organoleptik, fisik dan kimiawi pakan buatan untuk ikan bandeng yang disubstitusi dengan tepung cacing tanah (*Lumbricus Sp*). *J. Akuakultur Indonesia*. 11 (2): 124 – 131.
- Aziz, M. 2009. Ruang lingkup penelitian pengolahan dan pemanfaatan mineral dalam menunjang prioritas kebutuhan nasional. *J. Bahan Galian Industri*. 5 (13): 1 – 14.
- Banon, C. dan T. E. Suharto. 2008. Adsorpsi amoniak oleh adsorben zeolit alam yang diaktivasi dengan larutan ammonium nitrat. *J. Gradien*. 4 (2): 354 – 360.
- Briggs, J. L., D. E. Maier, B. A. Watkins dan K. C. Behnke. 1999. Effect of ingredients and processing parameters on pplet quality. *Poult. Sci*. 78: 1464 – 1471.
- Cerrate, S., S. Wang, C. Coto, F. Yan dan P. W. Waldroup. 2009. Effect of pellet diameter in broiler starter diets on subsequent performance. *J. Appl. Poult. Res*. 18: 590-597.
- Colovic, R., D. Vukmirovic, R. Matulaitis, S. Bliznikas, V. Juškiene dan J. Levic. 2010. Effect of die channel press way length on physical quality of pelleted cattle feed. *Food and Feed Research*. 1: 1 – 6.
- Cutlip, S.E., Hott, J.M., Buchanan, N.P., Rack, A.L., Latshaw, J.D., Moritz, J.S. 2008. The Effect of steam-conditioning practices on pellet quality and growing broiler nutritional value. *J. Appl. Poult. Res* 17 (2): 249 - 261.

- Dewi, E. N. 2017. Ekstraksi Pati dari Onggok Limbah Tapioka dengan Perlakuan Awal Sonikasi dan Metode Alkali. Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya. (Thesis)
- Dhaliwal, A. D. S., B. K. Shingari dan K. L. Sapra. 1997. Chemical composition of hatchery waste. *J. Pakistan Vet.* 17 (4): 168 – 170.
- Donald, A. M. 2001. Review : Plasticization and self assembly in the starch granule. *Cereal Chemical.* 78: 307 – 314.
- Ensminger, M.E. 1985. Processing Effects On Nutrition. In : *Feed Manufacturing Technology III*. Pp. 529 – 533. (Ed. R.R. McEllhiney). American Feed Industry Association, Inc., Virginia.
- Franke, M. dan A. Rey. 2006. Improving pellet quality and efficiency. *Feed Tech.* 10 (3): 12 – 15.
- Glatz, P., Miao dan B. Rodda. 2011. Handling and treatment of poultry hatchery waste : a review. *Sustainability.* 3 (1): 216 - 237.
- Jafarnejad, S., M. Farkhoy, M. Sadeg dan A. R. Bahonar. 2010. Effect of crumble pellet and mash diets with different levels of dietary protein and energy on the performance of broilers at the end of the third week. *Veterinary Medicine International.* 2010 : 1 – 5.
- Kaliyan, N. dan Morey, R. V. 2010. Natural binders and solid bridge type binding mechanism in briquettes and pellets made from corn stover and switchgrass. *Bioresource Technology.* 101. 1082 – 1090.
- Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 2016. Statistik Peternakan dan Kesehatan Hewan 2016. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Kosim, H., S. Arita dan Hermansyah. 2015. Pengurangan kadar ammonia dari limbah cair pupuk urea dengan proses adsorpsi menggunakan adsorben bentonit. *Jurnal Penelitian Sains.* 17 (2): 66 – 71.
- Krisnan, R. 2008. Perubahan karakteristik fisik konsentrat domba selama penyimpanan. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner.* “Inovasi Teknologi Mendukung Pengembangan Agribisnis Peternakan Ramah Lingkungan. Bogor, 11 – 12 November 2008. Hal. 491 – 497.
- Loar, R. E. dan A. Corzo. 2011. Effects of feed formulation on feed manufacturing and pellet quality characteristics of poultry diets. *World’s Poultry Science Journal.* 67: 19 – 27.

- Maradang, A. Y., M. Mirzan dan Prismawiryanti. 2014. Kajian penggunaan berbagai lempung teraktivasi sebagai adsorben untuk menurunkan kadar ammonia, nitrat dan nitrit dari limbah industry. *J. Natural Science*. 3 (1) : 1 – 7.
- Maryam, R. 2006. Pengendalian Terpadu Kontaminasi Mikotoksin. *Wartazoa*. 16 (1): 21 – 30.
- Mulia, D. S dan H. Maryanto. 2014. Uji fisik dan kimiawi pakan ikan yang menggunakan bahan perekat alami. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian LPPM Universitas Muhammadiyah Purwokerto : Pengembangan Sumber Daya Menuju Masyarakat Madani Berkearifan Lokal*. Purwokerto, 6 September 2014. Hlm. 25 – 33.
- Muramatsu, K., A. Maiorka, I. C. M. Vaccari, R. N. Reis, F. Dahlke, A. A. Pinto, U. A. D. Orlando, M. Bueno dan M. Inagawa. 2013. Impact of particle size, thermal processing, fat inclusion and moisture addition on pellet quality and protein solubility of broiler feeds. *J. Agric. Scie. Tech. A* 3: 1017 – 1028.
- Nurhayati, H. 2010. Pemanfaatan Bentonit Teraktivasi dalam Pengolahan Limbah Cair Tahu. *Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan alam, Universitas Sebelas Maret, Surakarta*. (Skripsi)
- Oluwaseyi, A. M. 2016. Application of Dietary Bentonite Clay as Feed Additive on Feed Quality, Water Quality and Production Performance of Catfish (*Clarias gariepinus*). *Faculty of Agriscience, Stellenbosch University*. (Disertasi)
- Rasool, S., M. Rehan, A. Haq dan M. Z. Alam. 1999. Preparation and nutritional evaluation of hatchery waste meal for broilers. *J. Anim. Sci.* 12 (4): 554 – 557.
- Retnani, Y., Y. Harmiyanti, D. A. P. Fibrianti dan L. Herawati. 2009. Pengaruh penggunaan perekat sintetis terhadap ransum ayam broiler. *J. Agripet*. 9 (1): 1 – 9.
- Rozy, E. J. E. 2008. Pengaruh Penambahan Bentonit dan Air Panas terhadap Sifat Fisik Ransum Bentuk Pellet. *Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor*. (Skripsi).
- Saenab, A., E. B. Laconi, Y. Retnani dan M. S. Mas'ud. 2010. Evaluasi kualitas pelet ransum komplit yang mengandung produk samping udang. *JITV*. 15 (1): 31 - 39.
- Sahara, E. 2011. Regenerasi lempung bentonit dengan NH_4^+ jenuh yang diaktivasi panas dan daya adsorbsinya terhadap Cr (III). *J. Kimia*. 5 (1) : 81 – 87.

- Salari, S., H. Kermanshahi dan H. Nasiri Moghaddam. 2006. Effect of sodium bentonite and comparison pellet vs mash on performance of broiler chickens. *International Journal of Poultry Science*. 5 (1): 31 – 34.
- Seredych, M. A., A. V. Tamashausky dan T. J. Bandosz. 2008. Surface features of exfoliated graphite/bentonite composites and their importance for ammonia adsorption. *CARBON* 46 : 1241 – 1252.
- Sholihah, U. I. 2011. Pengaruh Diameter Pellet dan Lama Penyimpanan terhadap Kualitas Fisik Pellet Daun Legum *Indigofera Sp.* Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Skripsi).
- Siregar, H. P. 2012. Pengaruh Tepung Garut, Ubi Jalar dan Onggok Sebagai Bahan Perekat Alami Pelet terhadap Kualitas Fisik Pakan dan Performa Ayam Broiler. Departemen Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Skripsi).
- Situmorang, N. A., L. D. Mahfudz dan U. Atmomarsono. 2013. Pengaruh pemberian tepung rumput laut (*Glacilaria verrucosa*) dalam ransum terhadap efisiensi penggunaan protein ayam broiler. *J. Anim. Agric.* 2 (2) : 49 – 56.
- Skoch, E. R., K. C. Behnke, C. W. Doyoe dan S. F. Blinder. 1981. The effect of steam-conditioning rate on the pelleting process. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 6: 83.
- Stark, C., A. Fahrenholz dan C. Jones. 2014. Feed Pelleting Reference Guide. Chapter 20. Section 5. Measuring the Physical Quality of Pellets. WAATAgNet. Diakses pada 30 Oktober 2016 pukul 22.33 WIB. http://www.wattagnet.com/ext/resources/uploadedFiles/WattAgNet/Feed_Pelleting_Guide/Section_5/5-20,_Measuring_the_physical_quality_of_pellets.pdf
- Steel, R. G. D. dan J. H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika Suatu Pendekatan Biometrik (Terjemahan : Sumantri, B.). Gramedia, Jakarta.
- ^aSulistiyanto, B., C. S. Utama, S. Sumarsih. 2016. Effect of administering zeolite on the physical performance of pellet product contained chickens hatchery wastes. *Proceedings of International Seminar on Livestock Production and Veterinary Technology*. Bali, 10 – 12 Agustus 2016. Indonesian Center for Animal Research and Development, Bali. 415 – 421.
- ^bSulistiyanto, B., C. S. Utama, S. Sumarsih. 2016. Kualitas fisik-organoleptik pellet limbah Penetasan sebagai bahan pakan alternatif pada aras penambahan bentonite yang berbeda. *Prosiding Seminar Nasional Peternakan Berkelanjutan ke-8*. Sumedang, 16 November 2016. Fakultas Peternakan, Universitas Padjadjaran, Bandung. 125 – 129.

- Syamsu, J. A. 2007. Karakteristik fisik pakan itik bentuk pellet yang diberi bahan perekat berbeda dan lama penyimpanan yang berbeda. *J. Ilmu Ternak*. 7 (2): 128 – 134.
- Tabil Jr., L. dan S. Sokhansanj. 1996. Process conditions affecting the physical quality of alfalfa pellets. *Applied Engineering in Agriculture*. 12 (3): 345 – 350.
- Thalib, A., J. Bestari, Y. Widiawati, H. Hamid dan D. Suherman. 2000. Pengaruh perlakuan silase jerami padi dengan mikroba rumen kerbau terhadap daya cerna dan ekosistem rumen sapi. *JITV*. 5 (1): 1 – 6.
- Thomas, M. dan A. F. B. Van der Poel. 1996. Physical quality of pelleted feed 1. Criteria for pellet quality. *Animal Feed Science Technologi*. 61: 89 – 112.
- Thomas, M., D. J. Van Zuilichem dan A. F. B. Van der Poel. 1997. Physical quality of pelleted animal feed 3. Contribution of processes and its conditions. *Anim. Feed Scien. Tech*. 64 : 173 – 192.
- Thomas, M., T. Van Vliet dan A. F. B. Van der Poel. 1998. Physical quality of pelleted animal feed 3. Contribution of feedstuff component. *Anim. Feed Scien. Tech*. 70: 59 – 78.
- Van Barneveld, R. J. 1993. Effect of Heating Proteins on Digestibility, Availability and Utilisation of Lysine by Growing Pigs. University of Queensland, Australia. (Thesis).
- Wardana, B. A., B. Sulistiyanto, S. Sumarsih. 2016. Pengaruh penambahan zeolit pada proses pelletizing limbah penetasan terhadap kandungan *Coliform* dan *Salmonella* pada produk pellet. *J. Agripet* 16 (1): 42 – 48.
- Widiyastuti, T., C. H. Prayitno dan Munasik. 2004. Kajian kualitas fisik pellet pakan komplit dengan sumber hijauan dan binder yang berbeda. *Animal Production*. 6 (1): 43 – 48.
- Yuliastanti, A. 2001. Uji Sifat Fisik Ransum Ayam Broiler Starter Bentuk Mash, Pellet, dan Crumble Selama Penyimpanan Enam Minggu. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. (Skripsi)
- Yusmadi, Nahrowi dan M. Ridla. 2008. Kajian mutu dan palatabilitas silase dan hay ransum komplit berbasis sampah organik primer pada kambing Peranakan Etawah. *Agripet*. 8 (1): 31 – 38.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Kuesioner Evaluasi Mutu Organoleptik Pellet Limbah Penetasan

KUESIONER EVALUASI PENAMPILAN ORGANOLEPTIK PELLETT LIMBAH PENETASAN

Nama :

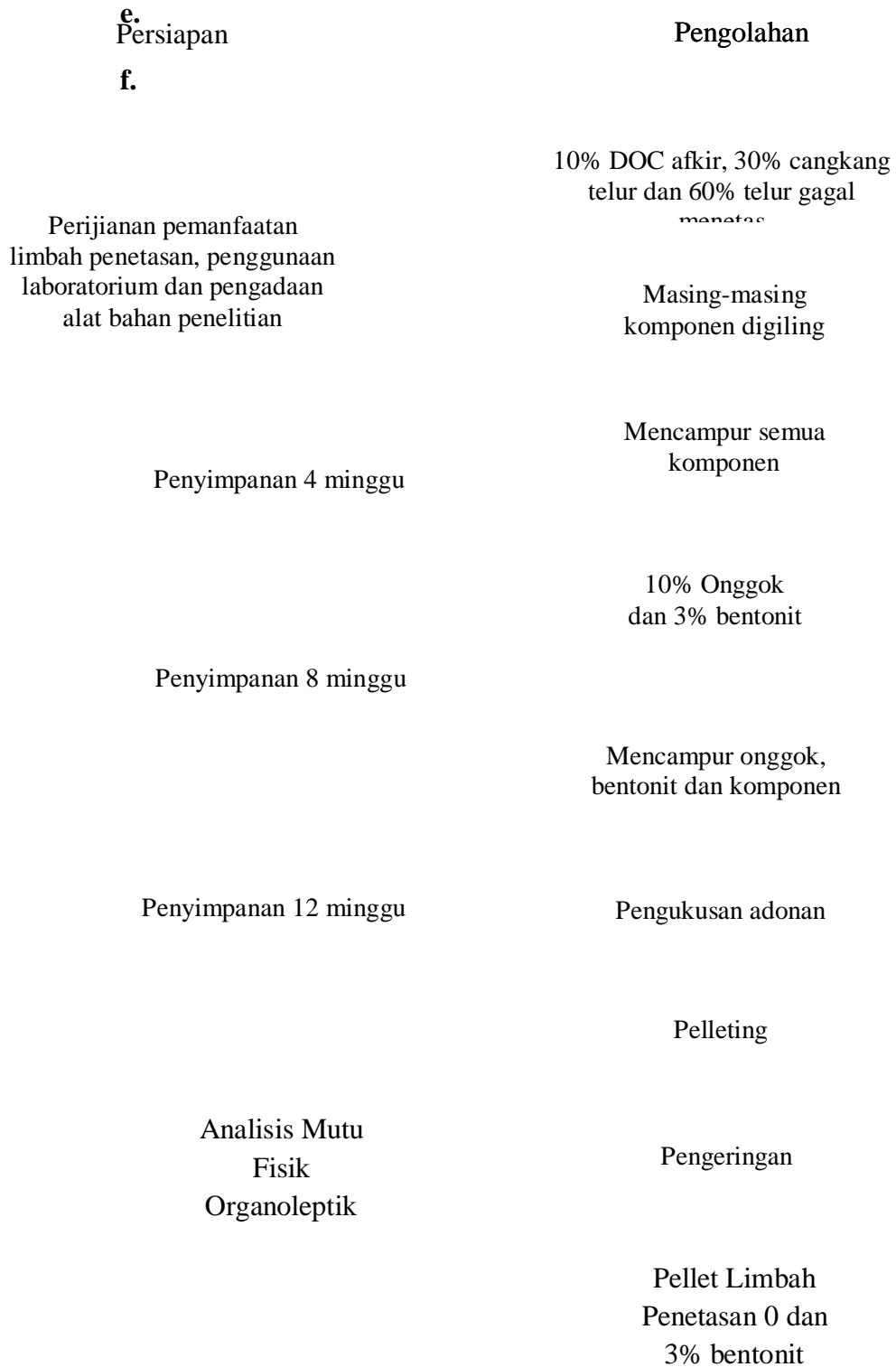
NIM :

Pilih salah satu dengan cara melingkari jawaban yang tersedia dan isikan hasil yang sesuai dengan pengamatan saudara.

Tuliskan nama sampel yang anda amati :

1. Amati penampilan tekstur pellet, kemudian berikan skor sesuai dengan hasil pengamatan anda :
 - a. Sangat baik : permukaan halus/rata, tidak ada retakan, lurus, ukuran seragam (skor 7)
 - b. Baik : permukaan halus/rata, ada tanda retakan halus, bengkok, ukuran beberapa tidak seragam (skor 5)
 - c. Jelek : permukaan agak tidak rata, ada tanda retakan, bengkok, ukuran tidak seragam (skor 3)
 - d. Sangat jelek : permukaan tidak rata/kasar, retakan nampak jelas, ukuran tidak seragam (skor 1)
2. Amati penampilan warna pellet, kemudian berikan skor sesuai dengan hasil pengamatan anda
 - a. Sangat baik : cerah, merata, tidak ada bercak gelap (skor 7)
 - b. Baik : cerah, kurang merata, ada sedikit bercak gelap (skor 5)
 - c. Kurang : kurang cerah, ada bercak gelap (skor 3)
 - d. Sangat kurang : kecoklatan, banyak bercak (skor 1)
3. Amati penampilan bau pellet dengan mencium aroma pellet, kemudian berikan skor sesuai dengan hasil pengamatan anda
 - a. Sangat baik : tidak berbau (skor 7)
 - b. Baik : agak berbau khas telur/agak amis (skor 5)
 - c. Kurang : berbau amis, agak bau busuk (skor 3)
 - d. Sangat kurang : bau telur busuk sangat tajam (skor 1)
4. Amati jumlah pellet pecah dalam satu cawan petri (± 25 g pellet), kemudian berikan skor berdasarkan hasil pengamatan anda
 - a. Sangat baik : $< 5\%$ (skor 7)
 - b. Baik 5- 10 % (skor 5)
 - c. Kurang 10-15% (skor 3)
 - d. Sangat kurang $> 15\%$ (skor 1)

Lampiran 2. Diagram Alir Prosedur Penelitian



Lampiran 3. Analisis Ragam Durabilitas Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Kombinasi Faktorial		Durabilitas			Total Perlakuan	Rata-rata
		U1	U2	U3		
-----%-----						
B0	P1	99,00	97,75	98,62	295,37	98,46
B1		98,87	97,05	98,82	294,74	98,25
B0	P2	98,05	98,93	97,73	294,71	98,24
B1		98,86	99,30	99,40	297,56	99,19
B0	P3	98,67	98,75	99,19	296,61	98,87
B1		98,20	98,74	98,81	295,75	98,58
Total		591,65	590,54	592,57	1.774,74	591,58

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan B
	4	8	12		
-----%-----					
B0	295,37	294,71	296,61	886,69	98,52
B1	294,74	297,56	295,75	888,05	98,67
Total (P)	590,11	592,27	592,36	1.774,74	
Rataan P	98,35	98,71	98,73		

1. Perhitungan Derajat Bebas (DB)

$$\begin{aligned} \text{DB Total (DB X)} &= (U \times B \times P) - 1 \\ &= (3 \times 2 \times 3) - 1 \\ &= 18 - 1 = 17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DB Perlakuan (DB T)} &= T - 1 \\ &= 6 - 1 \\ &= 5 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{DB B} &= B - 1 \\ &= 2 - 1 \\ &= 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{DB P} &= P - 1 \\ &= 3 - 1 \\ &= 2 \end{aligned}$$

Lampiran 3. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 - \text{DB B x P} &= (B-1)(P-1) \\
 &= (1)(2) \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Galat} &= (B \times P) (U - 1) \\
 &= 6 \times 2 = 12
 \end{aligned}$$

2. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{G^2}{U \times B \times P} \\
 &= \frac{1774,74^2}{3 \times 2 \times 3} \\
 &= \frac{3.149.702,0676}{18} \\
 &= 174.983,4482
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total (X)} &= \sum x^2 - \text{FK} \\
 &= (99,00^2 + 98,05^2 + 98,67^2 + \dots + 98,81^2) - 174.983,4482 \\
 &= 174.981,0540 - 174.983,4482 \\
 &= 6,3716
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan(T)} &= \frac{\sum T^2}{U} - \text{FK} \\
 &= \frac{295,37^2 + 294,74^2 + \dots + 295,75^2}{3} - 174.983,4482 \\
 &= \frac{524.956,5968}{3} - 174.983,4482 \\
 &= 174.985,5323 - 174.983,4482 \\
 &= 2,0841
 \end{aligned}$$

$$\text{JK (B)} = \frac{\sum \text{Jumlah B}}{U \times P} - \text{FK}$$

Lampiran 3. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{886,69^2 + 888,05^2}{3 \times 3} - 174.983,4482 \\
 &= \frac{1.574.851,9586}{9} - 174.983,4482 \\
 &= 174.983,5510 - 174.983,4482 \\
 &= 0,1028
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (P)} &= \frac{\sum \text{Jumlah P}}{U \times B} - \text{FK} \\
 &= \frac{590,11^2 + 592,27^2 + 592,36^2}{3 \times 2} - 174.983,4482 \\
 &= \frac{1.049.903,9346}{6} - 174.983,4482 \\
 &= 174.987,9891 - 174.983,4482 \\
 &= 0,5409
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B x P)} &= \text{JK Perlakuan} - \text{JK B} - \text{JK P} \\
 &= 2,0841 - 0,1028 - 0,5409 \\
 &= 1,4404
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat (G)} &= \text{JK (X)} - \text{JK (T)} \\
 &= 6,3716 - 2,0841 \\
 &= 4,2875
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$\text{KT perlakuan (T)} = \frac{\text{JK (T)}}{B \times P - 1} = \frac{2,0841}{5} = 0,4168$$

$$\text{KT B} = \frac{\text{JK B}}{\text{DB B}} = \frac{0,1028}{1} = 0,1028$$

$$\text{KT P} = \frac{\text{JK P}}{\text{DB P}} = \frac{0,5409}{2} = 0,2704$$

Lampiran 3. Lanjutan

$$KT_{B \times P} = \frac{JK_{B \times P}}{DB_{B \times P}} = \frac{1,4404}{2} = 0,7202$$

$$KT_{Galat} = \frac{JK_{Galat}}{DB_{Galat}} = \frac{4,2875}{12} = 0,3573$$

5. Perhitungan F Hitung

$$F_{Hitung\ Perlakuan} = \frac{KT_{perlakuan}}{KT_{galat}} = \frac{0,4168}{0,3573} = 1,1666$$

$$F_{Hitung\ B} = \frac{KT_B}{KT_{galat}} = \frac{0,1028}{0,3573} = 0,2877$$

$$F_{Hitung\ P} = \frac{KT_P}{KT_{galat}} = \frac{0,2704}{0,3573} = 0,7569$$

$$F_{Hitung\ B \times P} = \frac{KT_{B \times P}}{KT_{galat}} = \frac{0,7202}{0,3573} = 2,0157$$

Tabel Analisis Keragaman

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	2,0841	0,4168	1,1666 ^{ns}	3,1059
Bentonit	1	0,1028	0,1028	0,2877 ^{ns}	3,8853
Penyimpanan	2	0,5409	0,2704	0,7569 ^{ns}	4,7472
B x Penyimpanan	2	1,4404	0,7202	2,0157 ^{ns}	3,8853
Galat	12	4,2875	0,3573		
Total	17	6,3716			

Keterangan : ns = tidak terdapat pengaruh perlakuan

$$CV = 0,6062\%$$

F hitung < F Tabel ; nonsignifikan, maka tidak terdapat pengaruh perlakuan terhadap nilai durabilitas pellet limbah penetasan.

Lampiran 4. Analisis Ragam *Hardness* Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Kombinasi Faktorial	<i>Hardness</i>			Total Perlakuan	Rata-rata	
	U1	U2	U3			
-----kg/cm-----						
B0	P1	5,60	5,40	5,45	16,45	5,48
B1		5,05	5,25	5,25	15,55	5,18
B0	P2	5,60	5,40	5,20	16,20	5,40
B1		5,25	5,10	5,05	15,40	5,13
B0	P3	5,15	5,50	5,35	16,00	5,33
B1		5,00	5,00	5,05	15,05	5,02
Total		31,65	31,65	31,35	94,65	31,54

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan (B)
	4	8	12		
-----kg/cm-----					
B0	16,45	16,20	16,00	48,65	5,41
B1	15,55	15,40	15,05	46,00	5,11
Total (P)	32,00	31,60	31,05	94,65	
Rataan ((P)	5,33	5,27	5,18		

1. Perhitungan Derajat Bebas (DB)

$$\begin{aligned}
 \text{DB Total (DB X)} &= (U \times B \times P) - 1 \\
 &= (3 \times 2 \times 3) - 1 \\
 &= 18 - 1 = 17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Perlakuan (DB T)} &= T - 1 \\
 &= 6 - 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{DB B} &= B - 1 \\
 &= 2 - 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{DB P} &= P - 1 \\
 &= 3 - 1 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Lampiran 4. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 - \text{DB B x P} &= (B-1)(P-1) \\
 &= (1)(2) \\
 &= 2 \\
 \text{DB Galat} &= (B \times P) (U - 1) \\
 &= 6 \times 2 = 12
 \end{aligned}$$

2. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{G^2}{U \times B \times P} \\
 &= \frac{94,65^2}{3 \times 2 \times 3} \\
 &= \frac{8958,6225}{18} \\
 &= 497,7013
 \end{aligned}$$

3. Perhitungan Jumlah Kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total (X)} &= \sum x^2 - \text{FK} \\
 &= (5,60^2 + 5,40^2 + 5,45^2 + \dots + 5,05^2) - 497,7013 \\
 &= 498,3825 - 497,7013 \\
 &= 0,6813
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan(T)} &= \frac{\sum T^2}{U} - \text{FK} \\
 &= \frac{16,45^2 + 16,20^2 + \dots + 16,00^2}{3} - 497,7013 \\
 &= \frac{1494,5075}{3} - 497,7013 \\
 &= 498,1692 - 497,7013 \\
 &= 0,4679
 \end{aligned}$$

Lampiran 4. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B)} &= \frac{\sum \text{Jumlah B}}{U \times P} - \text{FK} \\
 &= \frac{48,65^2 + 46,00^2}{3 \times 3} - 497,7013 \\
 &= \frac{4482,8225}{9} - 497,7013 \\
 &= 498,0914 - 497,7013 \\
 &= 0,3901
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (P)} &= \frac{\sum \text{Jumlah P}}{U \times B} - \text{FK} \\
 &= \frac{32,00^2 + 31,60^2 + 31,05^2}{3 \times 2} - 497,7013 \\
 &= \frac{2986,6625}{6} - 497,7013 \\
 &= 497,7771 - 497,7013 \\
 &= 0,0758
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B x P)} &= \text{JK Perlakuan} - \text{JK B} - \text{JK P} \\
 &= 0,4679 - 0,3901 - 0,0758 \\
 &= 0,002
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat (G)} &= \text{JK (X)} - \text{JK (T)} \\
 &= 0,6813 - 0,4679 \\
 &= 0,2134
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$\text{KT perlakuan(T)} = \frac{\text{JK (T)}}{B \times P - 1} = \frac{0,4679}{5} = 0,0936$$

$$\text{KT B} = \frac{\text{JK B}}{\text{DB B}}$$

Lampiran 4. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,3901}{1} \\
 &= 0,3901 \\
 \text{KT P} &= \frac{\text{JK P}}{\text{DB P}} \\
 &= \frac{0,0758}{2} \\
 &= 0,0379 \\
 \\
 \text{KT B x P} &= \frac{\text{JK B x P}}{\text{DB B x P}} \\
 &= \frac{0,002}{2} \\
 &= 0,001 \\
 \\
 \text{KT Galat} &= \frac{\text{JK Galat}}{\text{DB Galat}} \\
 &= \frac{0,2134}{12} \\
 &= 0,0178
 \end{aligned}$$

5. Perhitungan F Hitung

$$\text{F Hitung Perlakuan} = \frac{\text{KT perlakuan}}{\text{KT galat}} = \frac{0,0936}{0,0178} = 5,2584$$

$$\text{F Hitung B} = \frac{\text{KT B}}{\text{KT galat}} = \frac{0,3091}{0,0178} = 21,9157$$

$$\text{F Hitung P} = \frac{\text{KT P}}{\text{KT galat}} = \frac{0,0379}{0,0178} = 2,1292$$

$$\text{F Hitung B x P} = \frac{\text{KT B x P}}{\text{KT galat}} = \frac{0,0010}{0,0178} = 0,0562$$

Lampiran 4. Lanjutan

Tabel Analisis Keragaman

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung	F Tabel 5%
Perlakuan	5	0,4679	0,0936	5,2573*	3,1059
Bentonit	1	0,3901	0,3901	21,9157*	4,7472
Penyimpanan	2	0,0758	0,0379	2,1292 ^{ns}	3,8853
B x Penyimpanan	2	0,0020	0,0010	0,0562 ^{ns}	3,8853
Galat	12	0,2134	0,0178		
Total	17	0,6813			

Keterangan : ns = nonsignifikan, tidak terdapat pengaruh perlakuan

* = signifikan, terdapat pengaruh perlakuan

$$\begin{aligned}
 CV &= \frac{\sqrt{KT \text{ Galat}}}{\text{Rataan Total}} \times 100\% \\
 &= \frac{\sqrt{0,0178}}{5,26} \times 100\% \\
 &= 2,54\%
 \end{aligned}$$

- F hitung bentonit > F Tabel = signifikan ($p < 0,05$), artinya terdapat pengaruh penambahan bentonit terhadap nilai *hardness* pellet limbah penetasan.
- F hitung penyimpanan < F Tabel = non signifikan ($p > 0,05$), artinya tidak terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap nilai *hardness* pellet limbah penetasan.
- F hitung interaksi < F Tabel = signifikan ($p > 0,05$), artinya tidak terdapat pengaruh interaksi penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap nilai *hardness* pellet limbah penetasan.

Lampiran 4. Lanjutan

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan (B)
	4	8	12		
	-----kg/cm-----				
B0	16,45	16,20	16,00	48,65	5,41
B1	15,55	15,40	15,05	46,00	5,11
Total (P)	32,00	31,60	31,05	94,65	
Rataan ((P)	5,33	5,27	5,18		

Faktor Penambahan Bentonit

$$t_{\text{tabel}} (\alpha, \text{db galat}) = t (0,05; 12) = 2,1788$$

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= 2,1788 \times \sqrt{\frac{2 \times \text{KTG}}{3 \times r}} \\ &= 2,1788 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,0178}{3 \times 3}} \\ &= 2,1788 \times 0,0692 \\ &= 0,1370 \end{aligned}$$

Hasil Uji BNT

Perlakuan dan rangking nilai tengah	Perlakuan dan rangking nilai tengah	
	(B0) 5,41	(B1) 5,11
(B0) 5,41	-	
(B1) 5,11	0,30*	-

Perlakuan	Hasil Rataan	Notasi
B0	5,41	a
B1	5,11	b

Lampiran 5. Analisis Ragam Tekstur Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Kombinasi Faktorial		Rataan Skor Panelis			Total Perlakuan	Rata-rata
		U1	U2	U3		
B0	P1	3,67	3,53	3,93	11,13	3,71
B1		3,53	4,20	3,40	11,13	3,71
B0	P2	4,33	5,00	3,53	12,86	4,29
B1		4,73	4,60	4,33	13,66	4,55
B0	P3	4,73	4,87	4,87	14,47	4,82
B1		4,73	4,47	4,73	13,93	4,64
Total		25,72	26,67	24,79	77,18	25,72

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total B	Rataan B
	4	8	12		
0	11,13	12,86	14,47	38,46	4,27
3	11,13	13,66	13,93	38,72	4,30
Total P	22,26	26,52	28,40	77,18	
Rataan P	3,71	4,42	4,73		

1. Derajat Bebas (DB)

$$\begin{aligned}
 \text{DB Total (X)} &= (U \times B \times P) - 1 \\
 &= (3 \times 2 \times 3) - 1 \\
 &= 18 - 1 \\
 &= 17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Perlakuan (T)} &= T - 1 \\
 &= 6 - 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Bentonit (B)} &= B - 1 \\
 &= 2 - 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Penyimpanan (P)} &= P - 1 \\
 &= 3 - 1 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Lanjutan

$$\begin{aligned} \text{DB B x P} &= (\text{B} - 1) (\text{P} - 1) \\ &= (1) (2) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DB Galat} &= (\text{B x P}) (\text{U} - 1) \\ &= (2 \times 3) (3 - 1) \\ &= 6 \times 2 \\ &= 12 \end{aligned}$$

2. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{G^2}{U \times B \times P} \\ &= \frac{77,18^2}{3 \times 2 \times 3} \\ &= \frac{5956,7524}{18} \\ &= 330,9307 \end{aligned}$$

3. Jumlah kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \sum x^2 - \text{FK} \\ &= (3,67^2 + 3,53^2 + 3,93^2 + \dots + 4,73^2) - 330,9307 \\ &= 336,0606 - 330,9307 \\ &= 5,1299 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan(T)} &= \frac{\sum T^2}{U} - \text{FK} \\ &= \frac{11,13^2 + 12,86^2 + \dots + 13,93^2}{3} - 330,9307 \\ &= \frac{1003,1548}{3} - 330,9307 \\ &= 334,3849 - 330,9307 \\ &= 3,4542 \end{aligned}$$

Lampiran 5. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B)} &= \frac{\sum \text{Jumlah B}}{U \times P} - \text{FK} \\
 &= \frac{38,65^2 + 38,72^2}{3 \times 3} - 330,9307 \\
 &= \frac{2978,4100}{9} - 330,9307 \\
 &= 330,9344 - 330,9307 \\
 &= 0,0037
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (P)} &= \frac{\sum \text{Jumlah P}}{U \times B} - \text{FK} \\
 &= \frac{22,26^2 + 26,52^2 + 28,40^2}{3 \times 2} - 330,9307 \\
 &= \frac{2005,3780}{6} - 330,9307 \\
 &= 334,2297 - 330,9307 \\
 &= 3,2990
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B x P)} &= \text{JK Perlakuan} - \text{JK B} - \text{JK P} \\
 &= 3,4542 - 0,0038 - 3,2990 \\
 &= 0,1515
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat (G)} &= \text{JK (X)} - \text{JK (T)} \\
 &= 5,1299 - 3,4542 \\
 &= 1,6757
 \end{aligned}$$

6. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$\text{KT perlakuan(T)} = \frac{\text{JK (T)}}{B \times P - 1} = \frac{3,4542}{5} = 0,6908$$

$$\text{KT B} = \frac{\text{JK B}}{\text{DB B}} = \frac{0,0037}{1} = 0,0037$$

$$\text{KT P} = \frac{\text{JK P}}{\text{DB P}} = \frac{3,2990}{2} = 1,6495$$

$$\text{KT B x P} = \frac{\text{JK B x P}}{\text{DB B x P}} = \frac{0,1515}{2} = 0,0758$$

$$\text{KT Galat} = \frac{\text{JK Galat}}{\text{DB Galat}} = \frac{1,6757}{12} = 0,1396$$

Lampiran 5. Lanjutan

7. Perhitungan F Hitung

$$F \text{ Hitung Perlakuan} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,6908}{0,1396} = 4,9484$$

$$F \text{ Hitung B} = \frac{KT \text{ B}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,0038}{0,1396} = 0,0265$$

$$F \text{ Hitung P} = \frac{KT \text{ P}}{KT \text{ galat}} = \frac{1,6494}{0,1396} = 11,8159$$

$$F \text{ Hitung B x P} = \frac{KT \text{ B x P}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,0758}{0,1396} = 0,5430$$

Tabel Analisis Keragaman

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung		F Tabel 5%
Perlakuan	5	3,4542	0,6908	4,9484	*	3,1059
Bentonit	1	0,0037	0,0037	0,0265	ns	4,7472
Penyimpanan	2	3,2990	1,6495	11,8159	*	3,8853
B x Penyimpanan	2	0,1515	0,0758	0,5430	ns	3,8853
Galat	12	1,6757	0,1396			
Total	17	5,1299				

Keterangan : ns = nonsignifikan, tidak terdapat pengaruh perlakuan

* = signifikan, terdapat pengaruh perlakuan

$$CV = 8,71\%$$

- F hitung bentonit < F tabel = non signifikan ($p > 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap penampilan tekstur pellet limbah penetasan.
- F hitung penyimpanan > F tabel = signifikan ($p < 0,05$) artinya terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap penampilan tekstur pellet limbah penetasan.
- F hitung interaksi < F tabel = non signifikan ($p > 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap penampilan tekstur pellet limbah penetasan.

Lampiran 5. Lanjutan

Uji Beda Nyata terkecil (BNT)

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total B	Rataan B
	4	8	12		
0	11,13	12,86	14,47	38,46	4,27
3	11,13	13,66	13,93	38,72	4,30
Total P	22,26	26,52	28,40	77,18	
Rataan P	3,71	4,42	4,73		

Faktor Penyimpanan

$$t_{\text{tabel}} (\alpha, \text{db galat}) = t (0,05; 12) = 2,1788$$

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= 2,1788 \times \sqrt{\frac{2 \times \text{KTG}}{2 \times r}} \\ &= 2,1788 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,1396}{2 \times 3}} \\ &= 2,1788 \times 0,2157 \\ &= 0,4700 \end{aligned}$$

Hasil uji BNT

Perlakuan dan ranking nilai tengah	Perlakuan dan ranking nilai tengah		
	(P3)	(P2)	(P1)
	4,73	4,42	3,71
(P3) 4,73	-		
(P2) 4,42	0,31 ^{ns}	-	
(P1) 3,71	1,02*	0,71*	-

Keterangan : ns = tidak terdapat perbedaan pengaruh perlakuan

* = terdapat perbedaan pengaruh perlakuan

Perlakuan dan Hasil Nilai Tengah		
P3 (4,73)	P2 (4,42)	P1 (3,71)
a		b

Perlakuan	Hasil Rataan	Notasi
P1	3,71	b
P2	4,42	a
P3	4,73	a

Lampiran 6. Analisis Ragam Penampilan Warna Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Kombinasi Faktorial	Penampilan Warna			Total Perlakuan	Rata-rata	
	U1	U2	U3			
B0	P1	3,40	3,53	3,53	10,46	3,49
B1		4,87	4,87	4,73	14,47	4,82
B0	P2	5,53	3,00	3,67	12,20	4,07
B1		5,27	3,67	3,67	12,61	4,20
B0	P3	5,27	4,33	5,40	15,00	5,00
B1		5,40	5,67	5,80	16,87	5,62
Total		29,74	25,07	26,80	81,67	27,20

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan B
	4	8	12		
	-----Skor-----				
B0	10,46	12,20	15,00	37,72	4,18
B1	14,47	12,61	16,87	43,95	4,88
Total (P)	24,93	24,81	31,87	81,67	
Rataan P	4,16	4,14	5,31		

1. Derajat Bebas (DB)

$$\begin{aligned}
 \text{DB Total (X)} &= (U \times B \times P) - 1 \\
 &= (3 \times 2 \times 3) - 1 \\
 &= 18 - 1 \\
 &= 17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Perlakuan (T)} &= T - 1 \\
 &= 6 - 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Bentonit (B)} &= B - 1 \\
 &= 2 - 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Penyimpanan (P)} &= P - 1 \\
 &= 3 - 1 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Lanjutan

$$\begin{aligned} \text{DB B x P} &= (\text{B} - 1) (\text{P} - 1) \\ &= (1) (2) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DB Galat} &= (\text{B x P}) (\text{U} - 1) \\ &= (2 \times 3) (3 - 1) \\ &= 6 \times 2 \\ &= 12 \end{aligned}$$

2. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{G^2}{U \times B \times P} \\ &= \frac{81,67^2}{3 \times 2 \times 3} \\ &= \frac{6660,1921}{18} \\ &= 370,0107 \end{aligned}$$

3. Jumlah kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \Sigma x^2 - \text{FK} \\ &= (3,40^2 + 3,53^2 + 3,53^2 + \dots + 5,80^2) - 370,0107 \\ &= 384,6797 - 370,5549 \\ &= 14,6690 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan(T)} &= \frac{\Sigma T^2}{U} - \text{FK} \\ &= \frac{10,46^2 + 12,20^2 + \dots + 16,87^2}{3} - 370,0107 \\ &= \frac{1136,2415}{3} - 370,0107 \\ &= 378,7472 - 370,0107 \\ &= 8,7365 \end{aligned}$$

Lampiran 6. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B)} &= \frac{\sum \text{Jumlah B}}{U \times P} - \text{FK} \\
 &= \frac{37,66^2 + 43,95^2}{3 \times 3} - 370,0107 \\
 &= \frac{3349,8781}{9} - 370,0107 \\
 &= 372,2087 - 370,0107 \\
 &= 2,1980
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (P)} &= \frac{\sum \text{Jumlah P}}{U \times B} - \text{FK} \\
 &= \frac{24,93^2 + 24,81^2 + 31,87^2}{3 \times 2} - 370,0107 \\
 &= \frac{2252,7379}{6} - 370,0107 \\
 &= 375,4563 - 370,0107 \\
 &= 5,4456
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B x P)} &= \text{JK Perlakuan} - \text{JK B} - \text{JK P} \\
 &= 8,7365 - 2,1980 - 5,4456 \\
 &= 1,0929
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat (G)} &= \text{JK (X)} - \text{JK (T)} \\
 &= 14,6690 - 8,7365 \\
 &= 5,9325
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$\text{KT perlakuan(T)} = \frac{\text{JK (T)}}{B \times P - 1} = \frac{8,7365}{5} = 1,7473$$

$$\text{KT B} = \frac{\text{JK B}}{\text{DB B}} = \frac{2,1980}{1} = 2,1980$$

$$\text{KT P} = \frac{\text{JK P}}{\text{DB P}} = \frac{5,4456}{2} = 2,7228$$

$$\text{KT B x P} = \frac{\text{JK B x P}}{\text{DB B x P}} = \frac{1,0929}{2} = 0,5464$$

Lampiran 6. Lanjutan

$$KT \text{ Galat} = \frac{JK \text{ Galat}}{DB \text{ Galat}} = \frac{5,9325}{12} = 0,4944$$

5. Perhitungan F Hitung

$$F \text{ Hitung Perlakuan} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} = \frac{1,7473}{0,4944} = 3,5342$$

$$F \text{ Hitung B} = \frac{KT \text{ B}}{KT \text{ galat}} = \frac{2,1980}{0,4944} = 4,4458$$

$$F \text{ Hitung P} = \frac{KT \text{ P}}{KT \text{ galat}} = \frac{2,7228}{0,4944} = 5,5073$$

$$F \text{ Hitung B x P} = \frac{KT \text{ B x P}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,5465}{0,4944} = 1,1054$$

Tabel Analisis Keragaman

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung		F Tabel 5%
Perlakuan	5	8,7365	1,7473	3,5342	*	3,1059
Bentonit	1	2,1980	2,1980	4,4458	ns	4,7472
Penyimpanan	2	5,4456	2,7228	5,5073	*	3,8853
B x Penyimpanan	2	1,1029	0,5464	1,1054	ns	3,8853
Galat	12	5,9325	0,4944			
Total	17	14,6690				

Keterangan : ns = non signifikan, tidak terdapat pengaruh perlakuan

* = signifikan, terdapat pengaruh perlakuan

CV = 15,52%

- F hitung bentonit < F tabel = non signifikan ($p > 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh penambahan bentonit penampilan warna pellet limbah penetasan.
- F hitung penyimpanan > F Tabel = signifikan ($p < 0,05$), artinya terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap penampilan warna pellet limbah penetasan.
- F hitung interaksi < F tabel = non signifikan ($p > 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh interaksi penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap penampilan warna pellet limbah penetasan.

Lampiran 6. Lanjutan

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) / Least Significant Difference (LSD)

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan B
	4	8	12		
B0	10,46	12,20	15,00	37,72	4,18
B1	14,47	12,61	16,87	43,95	4,88
Total (P)	24,93	24,81	31,87	81,67	
Rataan P	4,16	4,14	5,31		

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$t_{\text{tabel}} = t(0,05; \text{db Galat}) = 2,1788$$

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= t(0,05; 12) \times \sqrt{\frac{2 \text{KTG}}{2r}} \\ &= 2,1788 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,4944}{2 \times 3}} \\ &= 0,8846 \end{aligned}$$

Hasil uji BNT

Perlakuan dan ranking nilai tengah	Perlakuan dan ranking nilai tengah		
	(P3)	(P1)	(P2)
	5,31	4,16	4,14
(P3) 5,31	-		
(P1) 4,16	1,15*	-	
(P2) 4,14	1,17*	0,01 ^{ns}	-

Keterangan : ns = tidak terdapat perbedaan pengaruh antar perlakuan

Perlakuan dan Nilai tengah		
P3	P1	P2
(5,31)	(4,16)	(4,14)
a	b	

Perlakuan	Nilai Tengah	Notasi
P1	4,16	b
P2	4,14	b
P3	5,31	a

Lampiran 7. Analisis Ragam Penampilan Bau Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Kombinasi Faktorial		Penampilan Bau			Total Perlakuan	Rata-rata
		U1	U2	U3		
B0	P1	3,93	4,33	4,07	12,33	4,11
B1		5,00	4,20	5,00	14,20	4,73
B0	P2	4,47	4,33	4,73	13,53	4,51
B1		4,60	4,60	5,00	14,20	4,73
B0	P3	4,73	4,87	4,87	14,47	4,82
B1		5,00	5,00	5,00	15,00	5,00
Total		27,73	27,33	28,67	83,73	27,90

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan B
	4	8	12		
B0	12,33	13,53	14,47	40,33	4,48
B1	14,20	14,20	15,00	43,40	4,82
Total (P)	26,53	27,73	29,47	83,73	
Rataan (P)	4,42	4,62	4,91		

1. Derajat Bebas (DB)

$$\begin{aligned}
 \text{DB Total (X)} &= (U \times B \times P) - 1 \\
 &= (3 \times 2 \times 3) - 1 \\
 &= 18 - 1 \\
 &= 17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Perlakuan (T)} &= T - 1 \\
 &= 6 - 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Bentonit (B)} &= B - 1 \\
 &= 2 - 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Penyimpanan (P)} &= P - 1 \\
 &= 3 - 1 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

$$\text{DB B x P} = (B - 1) (P - 1)$$

Lampiran 7. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 &= (1) (2) \\
 &= 2 \\
 \text{DB Galat} &= (B \times P) (U - 1) \\
 &= (2 \times 3) (3 - 1) \\
 &= 6 \times 2 \\
 &= 12
 \end{aligned}$$

2. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned}
 \text{FK} &= \frac{G^2}{U \times B \times P} \\
 &= \frac{83,73^2}{3 \times 2 \times 3} \\
 &= \frac{7010,7129}{18} \\
 &= 389,4841
 \end{aligned}$$

3. Jumlah kuadrat (JK)

$$\begin{aligned}
 \text{JK Total} &= \Sigma x^2 - \text{FK} \\
 &= (3,39^2 + 4,43^2 + 4,07^2 + \dots + 5,00^2) - 389,4841 \\
 &= 391,6281 \\
 &= 2,1440
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan(T)} &= \frac{\Sigma T^2}{U} - \text{FK} \\
 &= \frac{12,33^2 + 13,53^2 + \dots + 15,00^2}{3} - 389,4841 \\
 &= \frac{1172,7507}{3} - 389,4841 \\
 &= 390,9169 - 389,4841 \\
 &= 1,4328
 \end{aligned}$$

$$\text{JK (B)} = \frac{\Sigma \text{Jumlah B}}{U \times P} - \text{FK}$$

Lampiran 7. Lanjutan

$$= \frac{40,33^2 + 43,40^2}{3 \times 3} - 389,4841$$

$$= \frac{3510,0689}{9} - 389,4841$$

$$= 390,0076 - 389,4841$$

$$= 0,5235$$

$$\begin{aligned} \text{JK (P)} &= \frac{\sum \text{Jumlah P}}{U \times B} - \text{FK} \\ &= \frac{26,53^2 + 27,73^2 + 29,47^2}{3 \times 2} - 389,4841 \\ &= \frac{2341,2747}{6} - 389,4841 \\ &= 390,2124 - 389,4841 \\ &= 0,7283 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK (B x P)} &= \text{JK Perlakuan} - \text{JK B} - \text{JK P} \\ &= 1,4328 - 0,5235 - 0,7283 \\ &= 0,1810 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK galat (G)} &= \text{JK (X)} - \text{JK (T)} \\ &= 2,1440 - 1,4328 \\ &= 0,7112 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$\text{KT perlakuan(T)} = \frac{\text{JK (T)}}{B \times P - 1} = \frac{1,4328}{5} = 0,2866$$

$$\text{KT B} = \frac{\text{JK B}}{\text{DB B}} = \frac{0,5235}{1} = 0,5235$$

$$\text{KT P} = \frac{\text{JK P}}{\text{DB P}} = \frac{0,7283}{2} = 0,3642$$

$$\text{KT B x P} = \frac{\text{JK B x P}}{\text{DB B x P}} = \frac{0,1810}{2} = 0,0905$$

Lampiran 7. Lanjutan

$$KT \text{ Galat} = \frac{JK \text{ Galat}}{DB \text{ Galat}} = \frac{0,7112}{12} = 0,0593$$

5. Perhitungan F Hitung

$$F \text{ Hitung Perlakuan} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,2866}{0,0593} = 4,8331$$

$$F \text{ Hitung B} = \frac{KT \text{ B}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,5236}{0,0593} = 8,8296$$

$$F \text{ Hitung P} = \frac{KT \text{ P}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,3642}{0,0593} = 6,1416$$

$$F \text{ Hitung B x P} = \frac{KT \text{ B x P}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,0905}{0,0593} = 1,5244$$

Tabel Analisis Keragaman

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung		F Tabel 5%
Perlakuan	5	1,4328	0,2866	4,8331	*	3,1059
Bentonit	1	0,5235	0,5235	8,8296	*	4,7472
Penyimpanan	2	0,7283	0,3642	6,1416	*	3,8853
B x Penyimpanan	2	0,1810	0,0905	1,5244	ns	3,8853
Galat	12	0,7112	0,0593			
Total	17	2,1440				

Keterangan : ns = non signifikan, tidak terdapat pengaruh perlakuan

*= signifikan, terdapat pengaruh perlakuan

CV = 5,24%

- F hitung bentonit > F tabel = signifikan (p<0,05) artinya terdapat pengaruh penambahan bentonit terhadap penampilan bau pellet limbah penetasan.
- F hitung penyimpanan > F tabel = signifikan (p<0,05) artinya terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap penampilan bau pellet limbah penetasan.
- F hitung interaksi < F tabel = tidak terdapat pengaruh interaksi penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap penampilan bau pellet limbah penetasan.

Lampiran 7. Lanjutan

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan B
	4	8	12		
B0	12,33	13,53	14,47	40,33	4,48
B1	14,20	14,20	15,00	43,40	4,82
Total (P)	26,53	27,73	29,47	83,73	
Rataan (P)	4,42	4,62	4,91		

Faktor Penambahan Bentonit

$$t_{\text{tabel}} = t(0,05; \text{db Galat}) = 2,1788$$

$$\text{BNT Hitung} = t(0,05; 12) \times \sqrt{\frac{2 \text{ KTG}}{3r}}$$

$$= 2,1788 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,0593}{3 \times 3}}$$

$$= 0,2501$$

Hasil uji BNT

Perlakuan dan ranking nilai tengah	Perlakuan dan ranking nilai tengah	
	(B0)	(P2)
(B1) 4,82	-	
(B0) 4,48	0,34*	-

Perlakuan dan Nilai Tengah	
B1 (4,82) a	B0 (4,48) b

Perlakuan	Hasil Rataan	Notasi
B0	4,48	b
B1	4,82	a

Lampiran 7. Lanjutan

Faktor Penyimpanan

$$t_{\text{tabel}} = t(0,05; \text{db Galat}) = 2,1788$$

$$\text{BNT Hitung} = t(0,05;12) \times \sqrt{\frac{2 \text{ KTG}}{2r}}$$

$$= 2,1788 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,0593}{2 \times 3}}$$

$$= 0,3063$$

Hasil uji BNT

Perlakuan dan ranking nilai tengah	Perlakuan dan ranking nilai tengah		
	(P3)	(P2)	(P1)
(P3) 4,91	-	-	-
(P2) 4,62	0,29 ^{ns}	-	-
(P1) 4,42	0,49*	0,20 ^{ns}	-

Perlakuan dan Nilai Tengah		
P3 (4,91)	P2 (4,62)	P1 (4,42)
a		
	b	

Perlakuan	Nilai Tengah	Notasi
P1	4,42	b
P2	4,62	ab
P3	4,91	a

Lampiran 8. Analisis Ragam Jumlah Pellet Pecah per *Petri Dish* pada Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Kombinasi Faktorial		Penampilan Jumlah Pellet Pecah			Total Perlakuan	Rata-rata
		U1	U2	U3		
B0	P1	4,87	4,33	4,87	14,07	4,69
B1		3,40	4,07	3,53	11,00	3,67
B0	P2	4,47	6,20	3,80	14,47	4,82
B1		5,80	5,13	4,47	15,40	5,13
B0	P3	5,13	5,27	5,00	15,40	5,13
B1		5,13	4,87	5,40	15,40	5,13
Total		28,80	29,87	27,07	85,74	28,58

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan B
	4	8	12		
B0	14,07	14,47	15,40	43,94	4,88
B1	11,00	15,40	15,40	41,80	4,64
Total (P)	25,07	29,87	30,80	85,74	
Rataan P	4,18	4,98	5,13		

1. Derajat Bebas (DB)

$$\begin{aligned}
 \text{DB Total (X)} &= (U \times B \times P) - 1 \\
 &= (3 \times 2 \times 3) - 1 \\
 &= 18 - 1 \\
 &= 17
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Perlakuan (T)} &= T - 1 \\
 &= 6 - 1 \\
 &= 5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Bentonit (B)} &= B - 1 \\
 &= 2 - 1 \\
 &= 1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DB Penyimpanan (P)} &= P - 1 \\
 &= 3 - 1 \\
 &= 2
 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Lanjutan

$$\begin{aligned} \text{DB B x P} &= (\text{B} - 1) (\text{P} - 1) \\ &= (1) (2) \\ &= 2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{DB Galat} &= (\text{B x P}) (\text{U} - 1) \\ &= (2 \times 3) (3 - 1) \\ &= 6 \times 2 \\ &= 12 \end{aligned}$$

2. Faktor Koreksi

$$\begin{aligned} \text{FK} &= \frac{G^2}{U \times B \times P} \\ &= \frac{85,74^2}{3 \times 2 \times 3} \\ &= \frac{7351,3476}{18} \\ &= 408,4082 \end{aligned}$$

3. Jumlah kuadrat (JK)

$$\begin{aligned} \text{JK Total} &= \Sigma x^2 - \text{FK} \\ &= (4,87^2 + 4,43^2 + 4,87^2 + \dots + 5,40^2) - 408,4082 \\ &= 417,8508 - 408,4082 \\ &= 9,4426 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{JK Perlakuan(T)} &= \frac{\Sigma T^2}{U} - \text{FK} \\ &= \frac{14,07^2 + 14,47^2 + \dots + 15,40^2}{3} - 408,4082 \\ &= \frac{1239,8258}{3} - 408,4082 \\ &= 413,2753 - 408,4082 \\ &= 4,8671 \end{aligned}$$

Lampiran 8. Lanjutan

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B)} &= \frac{\sum \text{Jumlah B}}{U \times P} - \text{FK} \\
 &= \frac{43,94^2 + 41,80^2}{3 \times 3} - 408,4082 \\
 &= \frac{3677,9636}{9} - 408,4082 \\
 &= 408,6626 - 408,4082 \\
 &= 0,2544
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (P)} &= \frac{\sum \text{Jumlah P}}{U \times B} - \text{FK} \\
 &= \frac{25,07^2 + 29,87^2 + 30,80^2}{3 \times 2} - 408,4082 \\
 &= \frac{2469,3618}{6} - 408,4082 \\
 &= 411,5603 - 408,4082 \\
 &= 3,1521
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK (B x P)} &= \text{JK (T)} - \text{JK B} - \text{JK P} \\
 &= 4,8671 - 0,2544 - 3,1521 \\
 &= 1,4606
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK galat (G)} &= \text{JK (X)} - \text{JK (T)} \\
 &= 9,4426 - 4,8671 \\
 &= 4,5755
 \end{aligned}$$

4. Perhitungan Kuadrat Tengah (KT)

$$\text{KT perlakuan(T)} = \frac{\text{JK (T)}}{B \times P - 1} = \frac{4,8671}{5} = 0,9734$$

$$\text{KT B} = \frac{\text{JK B}}{\text{DB B}} = \frac{0,2544}{1} = 0,2544$$

$$\text{KT P} = \frac{\text{JK P}}{\text{DB P}} = \frac{3,1521}{2} = 1,5761$$

$$\text{KT B x P} = \frac{\text{JK B x P}}{\text{DB B x P}} = \frac{1,4606}{2} = 0,7303$$

Lampiran 8. Lanjutan

$$KT \text{ Galat} = \frac{JK \text{ Galat}}{DB \text{ Galat}} = \frac{4,5755}{12} = 0,3813$$

5. Perhitungan F Hitung

$$F \text{ Hitung Perlakuan} = \frac{KT \text{ perlakuan}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,9734}{0,3813} = 2,5528$$

$$F \text{ Hitung B} = \frac{KT \text{ B}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,2544}{0,3813} = 0,6672$$

$$F \text{ Hitung P} = \frac{KT \text{ P}}{KT \text{ galat}} = \frac{1,5761}{0,3813} = 4,1335$$

$$F \text{ Hitung B x P} = \frac{KT \text{ B x P}}{KT \text{ galat}} = \frac{0,7303}{0,3813} = 1,9153$$

Tabel Analisis Keragaman

Sumber Keragaman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F Hitung		F Tabel 5%
Perlakuan	5	4,8671	0,9734	2,5528	ns	3,1059
Bentonit	1	0,2544	0,2544	0,6672	ns	4,7472
Penyimpanan	2	3,1521	1,5761	4,1335	*	3,8853
B x Penyimpanan	2	1,4605	0,7303	1,9153	ns	3,8853
Galat	12	4,5755	0,3813			
Total	17	9,4426				

Keterangan : ns = non signifikan, tidak terdapat pengaruh perlakuan

*= signifikan, terdapat pengaruh perlakuan

- F hitung bentonit < F tabel = non signifikan ($p > 0,05$) artinya tidak terdapat pengaruh penambahan bentonit terhadap jumlah pellet pecah per *petri dish*.
- F hitung penyimpanan > F Tabel = signifikan ($p < 0,05$) artinya terdapat pengaruh lama penyimpanan terhadap jumlah pellet pecah per *petri dish*.
- F hitung interaksi < F tabel = non signifikan artinya tidak terdapat pengaruh interaksi penambahan bentonit dan lama penyimpanan terhadap jumlah pellet pecah per *petri dish*.

Lampiran 8. Lanjutan

Uji Beda Nyata Terkecil (BNT)

Penambahan Bentonit (%)	Lama Penyimpanan (minggu)			Total (B)	Rataan B
	4	8	12		
B0	14,07	14,47	15,40	43,94	4,88
B1	11,00	15,40	15,40	41,80	4,64
Total (P)	25,07	29,87	30,80	85,74	
Rataan P	4,18	4,98	5,13		

$$t_{\text{tabel}} = t(0,05; \text{db Galat}) = 2,1788$$

$$\begin{aligned} \text{BNT Hitung} &= t(0,05;12) \times \sqrt{\frac{2 \text{ KTG}}{2r}} \\ &= 2,1788 \times \sqrt{\frac{2 \times 0,3813}{2 \times 3}} \\ &= 0,7767 \end{aligned}$$

Hasil Uji BNT

Perlakuan dan ranking nilai tengah	Perlakuan dan ranking nilai tengah		
	(P3) 5,13	(P2) 4,98	(P1) 4,18
(P3) 5,13	-		
(P2) 4,98	0,15 ^{ns}	-	
(P1) 4,18	0,95*	0,80*	-

Perlakuan dan Nilai Tengah		
P3 (5,13)	P2 (4,98)	P1 (4,18)
a		b

Perlakuan	Hasil Rataan	Notasi
P1	4,18	b
P2	4,98	a
P3	5,13	a

Lampiran 9a. Kadar Air Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Kombinasi Perlakuan		Kadar Air (%)
B0	P1	4,87
B1		4,62
B0	P2	3,76
B1		4,07
B0	P3	3,80
B1		3,98

Lampiran 9b. Total Fungi dan Total Bakteri Pellet Limbah Penetasan dengan Penambahan Bentonit Pasca Penyimpanan

Parameter	Penambahan Bentonit / B (%)	Lama Penyimpanan / P (minggu)			Rataan B
		4	8	12	
-----cfu/g-----					
Total bakteri	0	$1,1 \times 10^7$	$1,9 \times 10^5$	$3,0 \times 10^4$	$3,7 \times 10^6$
	3	$7,3 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$	$5,6 \times 10^4$	$3,1 \times 10^5$
Rataan P		$5,9 \times 10^6$	$1,6 \times 10^5$	$4,3 \times 10^4$	
Total fungi	0	$5,7 \times 10^5$	$4,4 \times 10^4$	$4,7 \times 10^4$	$2,2 \times 10^5$
	3	$6,5 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$	$5,0 \times 10^4$	$4,2 \times 10^4$
Rataan P		$3,2 \times 10^5$	$2,8 \times 10^4$	$4,8 \times 10^4$	

RIWAYAT HIDUP



Penulis lahir di Pemalang, Jawa Tengah pada tanggal 10 Juli 1995. Penulis merupakan putri kedua dari Bapak Eko Tjusyadi dengan Ibu Murniati. Pendidikan Sekolah Dasar di SD N 01 Panjungan lulus pada tahun 2007, Sekolah Menengah Pertama di SMP N 04 Petarukan lulus pada tahun 2010 dan Sekolah Menengah Atas di SMA N Comal lulus pada tahun 2013 pada Jurusan Ilmu Pengetahuan Alam. Semua sekolah tersebut di Kabupaten Pemalang.

Tahun 2013 penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Diponegoro pada Program Studi S1 Peternakan, Departemen Peternakan, Fakultas Peternakan dan Pertanian. Penulis pernah menjadi Sekretaris Departemen Pengawas Mentoring Fakultas pada tahun kepengurusan 2014/2015 dan sebagai sekretaris umum Kerohanian Fakultas KM An-Nahl pada tahun kepengurusan 2015/2016. Penulis juga menjadi asisten praktikum di Laboratorium Fisiologi dan Biokimia pada mata kuliah Kimia dasar dan Biokimia Dasar pada tahun 2014 – 2017 dan Laboratorium Teknologi Pakan pada mata kuliah Industri Pakan, Pengendalian Mutu Pakan dan Teknologi Pengolahan Pakan pada tahun 2015 - 2017. Penulis melakukan Praktik Kerja Lapangan yang berjudul “Tatalaksana Pemeliharaan Sapi Potong di PT. Sumber Hijau Mandiri, Majalengka, Jawa Barat” dan berhasil melaporkan pada tanggal 15 September 2016.