

Efektivitas Penyemprotan Larutan EM4 (*Effective Microorganism - 4*) terhadap Penurunan Kadar Amonia pada Kandang Broiler Semi *Closed House*

Spraying Effectiveness of Effective Microorganism - 4 Liquid in Reducing Ammonia Level at Semi Closed House Broiler Coop

Rahayu Azzahra¹, Erni Sulistiawati², Aditia Dwi Cahyono³

¹IPB University, Jl. Kumbang No. 14, Kampus Cilibende, IPB University, Bogor, Jawa Barat 16153

²PT Rismawan Pratama Bersinar, Cisarandi, Kec. Warungkondang, Kab. Cianjur, Jawa Barat, 43261

*Corresponding Author: e_sulistia12@apps.ipb.ac.id

(Diterima: 20 April 2024; Disetujui: 05 Juli 2024; Terbit: 31 Oktober 2024)

ABSTRAK

Gas amonia yang dihasilkan di kandang ayam memiliki bau menyengat serta dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan dan menyebabkan polusi pada lingkungan sekitar perkandangan. Salah satu tindakan untuk penurunan kadar amonia dalam kandang yaitu dengan penyemprotan *Effective Microorganisms-4* (EM4). Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi pengaruh penyemprotan EM4 terhadap penurunan kadar amonia pada kandang broiler semi *closed house*. Penelitian dilaksanakan di PT Rismawan Pratama Bersinar dengan peubah utama berupa kadar amonia, suhu, dan kelembapan dalam kandang broiler semi *closed house* dengan populasi sebanyak 20.000 ekor dan konsentrasi kadar EM4 sebesar 0,98%. Pengukuran kadar amonia dilakukan menggunakan *hydrion ammonia test papper* sebanyak 4 kali yaitu 1 kali sebelum dan 3 kali setelah penyemprotan larutan EM4 ke dalam kandang, sedangkan pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan di hari yang sama setiap pukul 09.00 pagi. Kadar amonia menurun pada hari ke-1, sebesar 5 ppm pada suhu kandang 27,3°C dengan kelembapan 70% dan bertahan sampai dengan hari ke-2 dengan suhu 28,2°C dan kelembapan 61,5%, namun meningkat kembali menjadi 8 ppm pada hari ke-3 dengan suhu 29,2°C dan kelembapan 57,5%. Penyemprotan larutan EM4 dapat menurunkan kadar amonia dalam kadang broiler semi *closed house*. Perubahan suhu mempengaruhi kadar amonia dan tingkat kelembapan kandang.

Kata kunci: amonia, ayam broiler, EM4, semi *closed house*

ABSTRACT

Ammonia gas is generated in a poultry house has a pungent odor and can cause irritation of the respiratory tract, and also cause pollution in the environment around the cage. One action to reduce ammonia levels in cages can be done by spraying Effective Microorganisms-4 (EM4). This study aims to obtain information on the effect of EM4 spraying on reducing ammonia levels in semi-closed house broiler cages. The research was carried out at PT Rismawan Pratama Bersinar with the primary data in this research were measurements of ammonia levels, temperature and humidity in semi-closed house broiler cages with a population of 20,000 individuals and the EM4 concentration used was 0.98%. Measurement of ammonia levels was carried out using hydrion ammonia test paper 4 times, namely 1 time before and 3 times after spraying the EM4 solution in semi-closed house broiler cages, while temperature and humidity measurements were carried out on the same day at 09.00 in the morning. Ammonia levels decreased by 5 ppm at a cage temperature of 27.3°C with 70% humidity on day 1 and survived until day 2 with temperature 28.2°C and humidity 61.5%, however increased again to 8 ppm on day 3 with temperature 29.2°C and humidity 57.5%. Spraying EM4 solution can reduce ammonia levels in semi-closed house broiler cages. Changes in temperature affect ammonia levels and humidity levels in the cage.

Keywords: amonia, ayam broiler, EM4, semi *closed house*

PENDAHULUAN

Kesadaran masyarakat akan pentingnya nilai gizi protein hewani semakin meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia, hal itu mendorong terjadinya peningkatan pada permintaan produk peternakan. Salah satu produk peternakan yang berperan dalam pemenuhan kebutuhan protein hewani adalah daging ayam (Riza *et al.*, 2015). Semakin meningkatnya permintaan konsumen terhadap daging ayam tentunya dapat menimbulkan lonjakan jumlah populasi broiler. Meningkatnya jumlah populasi broiler dapat memberikan dampak negatif bagi ayam, manusia, maupun lingkungan karena meningkatnya jumlah feses atau kotoran ayam pada kandang (Nur *et al.*, 2018). Kotoran ayam yang menumpuk pada kandang dalam waktu lama dapat menghasilkan berbagai gas berbahaya diantaranya adalah amonia (Patiyandela, 2013).

Gas amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH_3 . Penguraian bakteri pada kotoran ayam dalam kandang menjadi salah satu penyebab timbulnya gas amonia (Patiyandela, 2013). Gas amonia memiliki bau yang tajam dan menyengat serta dapat menyebabkan iritasi jika berada dalam konsentrasi tinggi (Nurzillah *et al.*, 2018). Tingginya kadar gas amonia di dalam kandang juga dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti suhu dan kelembapan (Cemek *et al.*, 2016). Tingginya kadar amonia dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi ayam yaitu dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan (Hutabarat, 2007).

Gangguan kesehatan yang ditimbulkan tersebut, secara langsung dapat menurunkan performa ayam dan secara tidak langsung mempengaruhi peternakan ayam. Oleh karena itu, diperlukan penanganan khusus untuk mengurangi kadar amonia tersebut. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan penyemprotan *Effective Microorganisms-4* (EM4). *Effective Microorganisms-4* (EM4) merupakan campuran inokulum mikroba yang dikembangkan oleh Profesor Teruo Higa dari Universitas Ryukyus di Jepang

pada awal tahun 1980-an. Kultur tersebut mengandung 125 spesies (Nurzillah *et al.* 2018), dicampur dalam larutan bakteri asam laktat dan dipertahankan pada pH 3.0 hingga 3.5. Larutan EM4 adalah larutan probiotik yang mengandung bakteri fermentasi dari *Lactobacillus casei*, *Rhodopseudomonas palustris*, dan jamur *Saccharomyce cerevisiae* (Supriwan *et al.*, 2020). Larutan EM4 aman digunakan untuk ternak karena EM4 dibuat dengan menggunakan bahan alami tanpa menggunakan bahan kimia. Larutan EM4 dilaporkan memberikan pengaruh positif terhadap sistem pencernaan ayam broiler karena kandungan bakteri dalam EM4 dapat menghasilkan beberapa enzim yang membantu dalam mencerna pakan yaitu dalam proses hidrolisis pakan (Ananda *et al.*, 2023).

Berdasarkan permasalahan di atas, dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mendapatkan informasi pengaruh penyemprotan EM4 terhadap penurunan kadar amonia pada kandang broiler semi *closed house*. Penelitian ini dilakukan untuk melihat efektivitas penyemprotan larutan EM4 terhadap penurunan kadar amonia guna mencegah gangguan saluran pernafasan pada broiler.

METODE

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Farm 53 PT Rismawan Pratama Bersinar yang beralamat di Cisarandi, Kecamatan Warungkondang, Kabupaten Cianjur Jawa barat. Penelitian dilakukan pada tanggal 1 - 24 Agustus 2023 yang dilaksanakan dari pukul 08.00 sampai pukul 21.00 WIB.

Materi Penelitian

Ayam broiler yang digunakan yaitu sebanyak 20.000 ekor yang ditempatkan dalam satu kandang semi *closed house*. Konsentrasi larutan EM4 yang digunakan yaitu 0,98%. Penyemprotan EM4 dilakukan dengan pembuatan larutan fermentasi EM4, penyemprotan kandang, pengukuran kadar amonia menggunakan *hydrion ammonia test*

papper, pengukuran suhu menggunakan TempTron, dan pengukuran kelembapan menggunakan kestrel 3000.

Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dimulai dengan melakukan fermentasi larutan EM4. Pembuatan larutan fermentasi EM4 dilakukan menggunakan 100 g gula, 10 L air, dan 100 ml EM4 (Tanjaya, 2019). Konsentrasi kadar EM4 yang digunakan yaitu 0,98% (Haryono, 2019). Tahapan pembuatan fermentasi EM4 dilakukan dengan cara melarutkan 100 g gula ke dalam 10 L air yang sudah disimpan dalam ember, kemudian ditambahkan dengan larutan EM4 sebanyak 100 ml, larutan tersebut diaduk sampai merata, kemudian dilakukan fermentasi selama 2 hari dalam wadah tertutup. Salah satu tanda bahwa larutan molase EM4 siap untuk digunakan adalah timbulnya bau seperti alkohol manis (bau tapai).

Larutan EM4 yang digunakan untuk penyemprotan ke dalam kandang adalah sebanyak 2 L. Larutan dituangkan kedalam mesin semprot, lalu ditambahkan 8 L air. Kandang dilakukan penyemprotan secara merata pada seluruh bagian kandang.

Pengukuran kadar amonia dilakukan dengan cara merobek secarik kertas tes *hydrion ammonia test papper*, kemudian dibasahi dengan air secukupnya, lalu dikibas-kibaskan di udara, setelah itu ditunggu 15 detik. Pembacaan kadar amonia dilakukan dengan membandingkan hasil warna *hydrion ammonia test papper* yang digunakan dengan strip tes pada bagan warna dalam satuan ppm. Pengukuran kadar amonia dilakukan sebanyak 4 kali selama 4 hari. Pengukuran dilakukan sebanyak 1 kali sebelum penyemprotan larutan EM4 dan 3 kali setelah penyemprotan larutan EM4. Pengukuran kadar amonia pertama dilakukan 7 jam setelah penyemprotan EM4, sedangkan pengukuran kadar amonia kedua dan ketiga dilakukan pada jam yang sama yakni jam 16.00, dan pengukuran pada hari keempat dilakukan dengan kurun waktu yang berbeda yaitu lebih dari 24 jam.

Pengukuran suhu dilakukan

menggunakan TempTron dan pengukuran kelembapan dilakukan menggunakan kastrel 3000. Pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan pada setiap pukul 09.00.

Analisis Data

Analisis data yang dilakukan secara kualitatif. Pengukuran kadar amonia dilakukan sebanyak empat kali pada waktu yang sama di sore hari, sedangkan pengukuran suhu dan kelembapan juga dilakukan empat kali pada waktu yang sama di pagi hari. Hasil pengukuran ketiga variabel di tabulasi dan di analisis dan di interpretasi secara kualitatif. Selanjutnya hasil interpretasi dilakukan pembahasan dengan beberapa studi literatur yang dijadikan sebagai pedoman dalam penulisan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penyemprotan Larutan EM4

Penyemprotan larutan EM4 pada kandang broiler semi *closed house* di PT Rismawan Pratama Bersinar Farm 53 menunjukkan adanya penurunan kadar amonia setelah diberikan perlakuan dalam jangka waktu 7 jam. Hasil pengukuran kadar amonia menggunakan *hydrion ammonia test papper* disajikan pada Tabel 1.

Pengukuran kadar amonia menggunakan *hydrion ammonia test papper* merupakan salah satu standar untuk mengukur kadar amonia dengan proses pembacaan melalui tingkatan warna yang dihasilkan. Kertas ukur ini merupakan alat yang biasa digunakan di peternakan untuk mengukur kadar amonia di dalam kandang broiler. Nilai paparan amonia di udara didapatkan pada alat ini dengan membandingkan warna kertas dengan skala kertas amonia (Setiaji *et al.*, 2019).

Hasil penyemprotan larutan EM4 berdasarkan Tabel 1 menunjukkan adanya penurunan kadar amonia pada hari pertama menjadi 5 ppm dalam jangka waktu 7 jam setelah penyemprotan larutan EM4, penurunan pada angka 5 ppm bertahan sampai

Tabel 1. Hasil pengukuran suhu dan kelembapan

Hari Pengamatan	Amonia (ppm)	Suhu Kandang (°C)	Kelembapan (%)
Ke- 0	10	28,7	57,2
Ke- 1	5	27,3	70,0
Ke- 2	5	28,2	61,5
Ke- 3	8	29,2	57,5

dengan hari kedua. Penurunan kadar amonia di dalam kandang broiler terjadi karena kandungan kombinasi bakteri dan jamur dalam EM4 dapat menekan proses bakteri aerob anaerob dalam mengubah asam urat ($C_5H_4N_4O_3$) menjadi urea dan amonia (NH_3) dengan bantuan enzim urikase dan uriasase asal bakteri gram negatif sehingga dapat menurunkan kadar amonia di dalam kandang (Tanjaya, 2019).

Bakteri yang terkandung dalam larutan EM4 dapat menghambat proses pembentukan amonia dalam kandang karena bakteri *lactobacillus casei* dapat mengubah urea yang dihasilkan dari asam urat dengan bantuan enzim urikase menjadi asam laktat yang dapat mengurangi pH kandang dan menghambat pembentukan amonia oleh bakteri. Bakteri *rhodospseudomonas palustris* dapat mengikat nitrogen untuk pertumbuhannya sehingga dapat menghambat pembentukan amonia di dalam kandang (Karolina, 2017). Menurut Badrah *et al.* (2021), proses penurunan amonia di dalam kandang disebabkan oleh mikroorganisme EM4 yang berada pada reaktor anaerob, proses penguraian ini secara tidak langsung dapat menurunkan kadar amonia di dalam kandang. Sebagai perbandingan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Tanjaya (2019) pada kandang ayam petelur menggunakan metode analisis gravimetri spektrofotometri di Laboratorium Manajemen Kualitas Lingkungan menunjukkan bahwa sampel A tanpa perlakuan mengandung 3,66% amonia dan sampel B diberi larutan EM4 mengandung 1,71% amonia, sehingga dapat disimpulkan bahwa larutan EM4 efektif dalam menekan produksi amonia oleh bakteri anaerob secara nyata.

Proses peningkatan kadar amonia setelah penyemprotan larutan EM4 berdasarkan Tabel 1 terjadi peningkatan pada hari ke-3 menjadi 8 ppm. Peningkatan kadar amonia tersebut masih terbilang aman untuk kesehatan ayam, dimana diketahui bahwa batas atas kadar amonia yang terdapat pada kandang adalah 15–20 ppm (Jaya *et al.*, 2022). Hasil yang menunjukkan bahwa kadar amonia sebesar 5 ppm dapat dipertahankan selama 2 hari sebelumnya, mengindikasikan bahwa penyemprotan larutan EM4 secara berulang diperlukan agar kadar amonia dapat kembali mengalami penurunan.

Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi peningkatan kadar amonia di dalam kandang adalah suhu kandang, kelembapan, sirkulasi udara dalam kandang yang tidak lancar, manajemen pemeliharaan ayam yang kurang baik, dan kondisi litter yang lembap. Tingkat kepadatan populasi ayam yang tinggi cenderung menghasilkan suhu lingkungan kandang yang tinggi (Jaya *et al.*, 2022).

Pengaruh Suhu Kandang

Suhu kandang memiliki pengaruh nyata terhadap peningkatan kadar amonia dalam kandang broiler (Turesna *et al.*, 2020). Hasil penyemprotan larutan EM4 pada kandang broiler semi *closed house* hari ke-1 paska 7 jam menunjukkan adanya penurunan kadar amonia sebesar 5 ppm dengan suhu kandang 27,3°C. Penurunan suhu pada hari ke-1 dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme dalam dekomposisi kotoran ayam, dengan menurunnya aktivitas mikroorganisme dapat mengurangi produksi amonia (Bilal dan Umar, 2020).

Peningkatan kadar amonia terjadi pada hari ke-3 sebesar 8 ppm dengan suhu kandang 29,2°C. Menurut Bilal dan Umar (2020) dalam penelitiannya mengatakan bahwa peningkatan kadar amonia dapat dipengaruhi oleh suhu kandang yang tidak ideal. Peningkatan suhu kandang dapat mempercepat proses dekomposisi kotoran ayam yang disebabkan oleh mikroorganisme yang memecah bahan organik menjadi amonia, sehingga menyebabkan peningkatan kadar amonia.

Peningkatan suhu kandang dapat berdampak pada meningkatnya konsumsi air minum ayam, sehingga menyebabkan ekskreta cair, dan litter semakin basah yang mengakibatkan kadar amonia semakin tinggi (Metasari *et al.*, 2012). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini karena pada hari ke-3 suhu meningkat menjadi 29,2°C dan kadar amonia meningkat menjadi 8 ppm.

Pengaruh Kelembapan

Pada hasil pengukuran amonia dan kelembapan pada Tabel 1 menunjukkan penurunan amonia sebesar 5 ppm dan meningkatnya kelembapan sebesar 70%. Hal ini disebabkan karena pada hari ke-1 dilakukan penyemprotan larutan EM4, sehingga menyebabkan litter menjadi basah dan mengalami peningkatan kelembapan dalam jangka waktu yang cepat (Pendriadi *et al.*, 2023). Kondisi tersebut dibuktikan dengan hasil pada hari ke-2, dimana suhu mengalami peningkatan menjadi 28,2°C dan kelembapan mengalami penurunan sebesar 61,5%. Pada hari ke-3 suhu juga mengalami peningkatan menjadi 29,2°C dengan penurunan kelembapan menjadi 57,5%. Menurut Pendriadi *et al.* (2023), kelembapan optimal untuk ayam broiler adalah berkisar antara 60-70% dan dipengaruhi oleh suhu udara. Peningkatan suhu akan menyebabkan udara dalam keadaan kering, sehingga kelembapan udara menurun dan kadar amonia yang ada dalam kandang tidak meningkat. Kadar amonia pada hari ke-3 pada hasil penelitian ini tidak sama dengan hasil penelitian tersebut, dimana hal tersebut dapat terjadi karena berbagai faktor seperti kondisi lingkungan sekitar kandang,

ventilasi udara, cuaca dan waktu pengukuran (Pendriadi, 2023).

Dampak Peningkatan Kadar Amonia

Amonia merupakan salah satu senyawa penyebab timbulnya bau dari kotoran ayam karena terjadinya penguraian oleh bakteri pada kotoran ayam tersebut. Selama 24 jam ayam yang mempunyai bobot badan 1 kg umumnya dapat mengekskresikan asam urat berkisar 1-2 gram. Asam urat tersebut umumnya dibuang bersama dengan komponen kotoran ayam lainnya yang berasal dari saluran cerna melalui kloaka. Alas kandang sekam yang sudah tercampur asam urat dengan material feses ayam akan mengalami proses dekomposisi (perubahan bentuk) menjadi senyawa urea dengan bantuan bakteri-bakteri lingkungan yang menghasilkan enzim urease. Tahap selanjutnya, dengan adanya kelembapan kandang >70% dan suhu yang relatif optimal sekitar 25-30°C akan membuat urea mudah terurai menjadi dua molekul gas amonia (NH₃) dan gas karbon dioksida (CO₂) (Tanjaya, 2019). Peningkatan kadar amonia dapat menyebabkan gangguan kesehatan bagi ayam, batas kadar amonia yang terdapat pada kandang adalah 15-20 ppm. Kadar amonia yang tinggi dapat memberikan dampak buruk bagi kesehatan ayam maupun lingkungan sekitar (Maulidan *et al.*, 2023).

Peningkatan kadar amonia dapat memberikan dampak buruk bagi performa dan kesehatan ternak broiler, pada kadar amonia 10 ppm dapat menyebabkan iritasi pada selaput lendir saluran pernafasan ayam, sehingga sistem pernafasan terganggu dan menimbulkan panting, sesak nafas dan ngorok pada ayam. Kadar amonia 20 ppm akan mengakibatkan siliostatis (terhentinya gerakan silia atau bulu getar) dan desiliosis (kerusakan silia). Hal ini akan merusak mukosa saluran pernafasan ayam yang dapat menyebabkan penurunan kekebalan tubuh, sehingga lebih sulit melawan investasi bakteri *E. coli* di saluran pernafasan dan rentan terserang penyakit seperti *Newcastle Disease* (ND). Peningkatan kadar amonia juga dapat menyebabkan ayam mengalami hipoksia

(kekurangan oksigen) yang disebabkan oleh menurunnya kadar oksigen dalam kandang akibat tekanan dari gas amonia dan CO₂ yang dihasilkan oleh bakteri gram-negatif dalam kandang ayam. Kondisi ini menyebabkan permukaan saluran pernafasan ayam bersifat anaerob sehingga bakteri *Mycoplasma gallinarum* berkembangbiak di saluran pernafasan ayam. Kolaborasi dari infestasi *M. gallinarum* dengan bakteri *E. coli* mengakibatkan ayam mudah terserang *Chronic Respiratory Disease* (CRD) atau ngorok, dimana CRD dari kolaborasi bakteri ini mempunyai tingkat mortalitas antara 15 – 20% (Tanjaya, 2019).

Selain berdampak buruk bagi kesehatan ayam, kadar amonia yang tinggi juga dapat berdampak buruk pada lingkungan sekitar kandang dan manusia. Amonia merupakan polutan udara yang menjadi penyumbang terbesar terhadap emisi amonia ke atmosfer dari usaha peternakan (Aneja *et al.*, 2020).

Kemampuan amonia bereaksi dengan senyawa-senyawa asam di udara berakibat terjadinya peningkatan jumlah aerosol yang menimbulkan hujan asam dan juga sangat membahayakan kesehatan manusia. Amonia juga merupakan sumber pemicu utama keresahan di masyarakat karena berdampak bagi kesehatan manusia, lingkungan dan performa ayam (Arifin *et al.*, 2018).

KESIMPULAN

Penyemprotan larutan EM4 pada kandang broiler semi *closed house* menunjukkan adanya penurunan kadar amonia sebesar 5 ppm dan bertahan dibawah batas nilai kadar amonia berbahaya 10 ppm sampai dengan hari ke-3. Suhu kandang mempengaruhi kadar amonia dan kelembapan kandang.

DAFTAR PUSTAKA

- Ananda, S., A. Hifizah, K. Kiramang, M. A. Jamili, A. Mutmainna, Rismawati. 2023. Profil organ dalam broiler dengan penambahan probiotik effective microorganism-4 (em-4) dalam air minum. *JLAH* 6 (1):21-27.
- Aneja V. P., W. H. Schlesinger, Q. Li, A. Nahas, W. H. Battye. 2020. Characterization of the global sources of atmospheric ammonia from agricultural soils. *Jurnal Geophysical* 125 (3):62–73.
- Arifin, M. N., M. H. H. Ichsan, S. R. Akbar. 2018. Monitoring kadar gas berbahaya pada kandang ayam dengan menggunakan protocol HTTP dan ESP8266. *Jurnal Sains Peternakan* 2 (11):4600–4606.
- Badrah, S., R. P. Aidina, A. Andi. 2021. Pemanfaatan effective nicroorganisme 4 (EM4) menggunakan media biofilm untuk menurunkan amonia dan fosfat pada limbah cair rumah sakit. *Faletehan Health Journal* 8 (2):102–108.
- Bilal, M., Umar. 2020. Perancangan sistem monitoring dan kontroling suhu dan kadar gas amonia pada kandang ayam berbasis Mikrokontroller NodeMCU. *Jurnal Tek Elektro* 21 (1) : 20–25.
- Cemek, B., E. Kucuktopcu, Y. Demir. 2016. Determination of spatial distribution of ammonia levels in broiler houses. *Agronomy Research* 14 (2): 359-366.
- Haryono, H. E. 2019. *Kimia dasar*. Deepublish. Yogyakarta.
- Hutabarat, I. O. 2007. *Analisa Dampak Gas Amoniak dan Klorin Pada Faal Paru Pekerja Pabrik Sarung Tangan "X" Medan*. Tesis S2. Sekolah Pascasarjana, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Jaya, C. R. M., R. R. Riyanti, D. Septinova, K. Nova. 2022. Kadar air, Ph, suhu dan kadar amonia pada liter di dua zonasi yang berbeda pada kandang closed house. *JRIP* 6 (2):129-135.

- Karolina, A. 2017. Pengaruh fermentasi oleh effective microorganism-4 (EM4) terhadap kadar kurkumin ekstrak rimpang temulawak (*Cucuma xanthorrhiza roxb*). Skripsi S1. Sekolah Sarjana, Universitas Jember. Jember.
- Maulidan, B. A., T. Winarmo, A. Pracoyo. 2023. Perancangan dan pembuatan filter amonia pada kandang ayam semi close house. *Jurnal Elkolid 3* (10):398-405.
- Metasari, I., S. H. Warsito, I. S. Hamid. 2013. Analisis usaha pada peternakan rakyat ayam petelur di kecamatan srengat kabupaten blitar. *Jurnal Agroveteriner* 2 (1):65-71.
- Nur, M. A., M. H. Hanafi, S. A. Rizqika. 2018. Monitoring kadar gas berbahaya pada kandang ayam dengan menggunakan protocol HTTP dan ESP8266. *Jurnal Pengembangan dan Teknologi Indonesia* 2 (11):4600-4606.
- Nurzillah, M., F. Norfadri, H. Haryani. 2018. Pengaruh penerapan mikroorganisme (EM) efektif dalam pengendalian ammonia dan hydrogen sulfida dari kotoran unggas. *Malaysia Journal of Veteriner Research* 9 (2):40-43.
- Pendriadi, S. Meliala, M. A. Muthalib, A. Bintoro. 2023. Studi kadar gas amonia menggunakan sensor amonia MQ135 menggunakan spreadsheet berbasis internet of thing (IOT). *Jurnal Ilmu Teknik Electron* 25 (2):75-84.
- Patiyandela, R. 2013. Kadar NH₃ dan CH₄ Serta CO₂ Dari Peternakan Broiler Pada Kondisi Lingkungan Dan Manajemen Peternakan Berbeda Di Kabupaten Bogor. Skripsi S1. Sekolah Sarjana, IPB University. Bogor.
- Riza, H., Wizna, Y. Rizal, Yusrizal. 2015. Peran probiotik dalam menurunkan amonia feses unggas. *Jurnal Peternakan Indonesia* 17 (1):19-26.
- Setiaji, F. D., Gunawan, Dewantono. 2019. Perancangan Alat Pemantau kadar Gas Amonia (NH₃) untuk Kandang Ayam di Peternakan Berbasis Mikrokontroler. Thesis S2. Sekolah Paskasarjana, Universitas Kristen Satya Wacana. Salatiga.
- Supriwan, A. E., E. Harahap, Erwan. 2020. Evaluasi Nutrisi Pellet Ayam Pedaging Berbahan Kulit Ari Biji Kedelai Hasil Fermentasi Menggunakan Effective Microorganism-4 dengan Penyimpanan Berbeda. *Jurnal Ilmu dan Industri Peternakan* 6 (2):77-92.
- Tanjaya, A. W. 2019. Penggunaan mikroorganisme efektif 4 (Effective Microorganism4) peternakan sebagai pengurang bau pada peternakan ayam petelur. Skripsi S1. Sekolah Sarjana, Universitas Terbuka.
- Turesna, G., A. Andriana, S. A. Rahman, M. R. N. Syarip. 2020. Perancangan dan pembuatan sistem monitoring suhu ayam, suhu dan kelembaban kandang untuk meningkatkan produktifitas ayam broiler. *Jurnal TIARSIE* 17(1): 33-40.