

Efektivitas Penyemprotan Larutan EM4 (*Effective Microorganism - 4*) terhadap Perubahan 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

R. Azzahra¹, E. Sulistiawati^{2*} dan A.D. Cahyono³

¹ Paramedik Veteriner, Sekolah Vokasi IPB University

² Staf Pengajar Sekolah Vokasi, IPB University, Bogor, Indonesia, Jl. Kumbang No.14, Babakan, Bogor
Kampus Gunung Gede Babakan Bogor, 16128 – Indonesia

³ PT.Rismawan Pratama Bersinar, Sukabumi

*Corresponding E-mail: e_sulistia12@apps.ipb.ac.id

(Diterima 27 Juni 2024)

ABSTRAK

Gas amonia memiliki bau yang tajam dan menyengat serta dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan. Peningkatan kadar amonia dalam kandang ayam broiler dapat mempengaruhi kesehatan ternak ayam berupa gangguan saluran pernafasan, selain itu juga dapat menyebabkan polusi pada lingkungan sekitar perkandangan. Salah satu tindakan untuk penurunan kadar amonia dalam kandang dapat dilakukan 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 dari tanggal 1 - 24 Agustus 2023. Data primer dalam penelitian ini adalah pengukuran kadar amonia, suhu, dan kelembapan dalam kandang broiler *semi closed house* dengan populasi sebanyak 20.000 ekor. Konsentrasi kadar EM4 yang digunakan yaitu sebesar 0.98%. Pengukuran kadar amonia dilakukan menggunakan Hydrion ammonia test papper sebanyak 4 kali yaitu 1 kali dilakukan sebelum penyemprotan larutan EM4 dan 3 kali dilakukan setelah penyemprotan larutan EM4 dalam kandang ayam broiler *semi closed house* dengan populasi sebanyak 20.000 ekor, sedangkan pengukuran suhu dan kelembapan juga dilakukan pada pagi hari pukul 09,00 pada hari yang sama dengan pengukuran kadar amonia. Hasil penyemprotan larutan EM4 pada kandang broiler *semi closed house* menunjukkan adanya penurunan kadar amonia sebesar 5 ppm pada suhu kandang 27,3°C dan kelembapan 70% pada hari ke-1, dan kadar amonia bertahan dibawah tingkat berbahaya 10 ppm sampai dengan hari ke-3. Peningkatan kadar amonia lebih dipengaruhi oleh perubahan suhu kandang sedangkan perubahan tingkat kelembapan banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ventilasi yang buruk, suhu yang tinggi

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

ABSTRACT

Ammonia gas has a sharp, pungent odor and can cause irritation of the respiratory tract. Increasing ammonia levels in broiler chicken cages can affect the health of chickens in the form of respiratory tract problems, besides that it can 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 from 1 - 24 August 2023. 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. 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 spraying the EM4 solution and 3 times after spraying the EM4 solution. The results of spraying EM4 solution in semi-closed house broiler cages on day 1 showed a decrease in ammonia levels of 5 ppm with a cage temperature of 27.3°C and humidity of 70%. Ammonia levels remained below

the dangerous level of 10 ppm until the 3rd day. Increases in ammonia levels are more influenced by changes in cage temperature, while changes in humidity levels are influenced by various factors such as poor ventilation and high temperatures.

Keywords: amonia, 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 ayam dapat menimbulkan dampak buruk bagi ayam yaitu dapat menyebabkan iritasi pada saluran pernafasan. (Hutabarat, 2007).

Peningkatan kadar amonia dalam kandang dapat mempengaruhi kesehatan ternak ayam sehingga 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).

Selain menurunkan kadar amonia beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam kandang broiler *semi close house* untuk menjaga kesehatan ayam dan meningkatkan performa ayam adalah suhu dan kelembapan. Suhu dan kelembapan yang terlalu tinggi dapat mengurangi performa ayam dan memberikan dampak negatif pada kesehatan ayam (Amrullah, 2004).

Tujuan penelitian ini adalah 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

Penelitian ini dilaksanakan di Farm 53 PT Rismawan Pratama Bersinar yang beralamat di Cisarandi, Kecamatan Warungkondang, Kabupaten Cianjur Jawa

barat 43261. Penelitian dilakukan pada tanggal 1 s.d 24 Agustus 2023 yang dilaksanakan dari pukul 08.00 sampai pukul 21.00 WIB.

Ayam broiler yang digunakan yaitu sebanyak 20.000 ekor yang ditempatkan dalam satu kandang bersifat *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 ini dimulai dengan melakukan fermentasi larutan EM4. Pembuatan larutan fermentasi EM4 yaitu menggunakan 100 gr 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 gr gula ke dalam 10 L air yang sudah disimpan dalam ember, masukan EM4 sebanyak 100 ml, aduk sampai larutan merata, kemudian larutan EM4 difermentasi selama 2 hari dalam wadah tertutup sebelum digunakan. Salah satu tanda bahwa larutan molase EM4 siap untuk digunakan adalah timbulnya bau seperti alkohol manis (bau tapai).

Larutan EM4 kemudian disemprotkan ke kandang dengan menggunakan larutan EM4 sebanyak 2 L yang dituangkan kedalam mesin semprot, lalu ditambahkan 8 L air dan mesin semprot dinyalakan, kemudian kandang disemprot secara merata pada semua bagian kandang.

Pengukuran kadar amonia dilakukan dengan cara merobek secarik kertas tes *hydrion ammonia test papper*, dibasahi dengan air secukupnya, dikibas-kibaskan di udara, ditunggu 15 detik dan dibandingkan dengan setrip tes pada bagan warna yang menunjukkan pembacaan dalam ppm amonia di udara.

Pengukuran kadar amonia dilakukan sebanyak 4 kali dengan menggunakan *hydrion ammonia test papper* selama 4 hari, pengukuran kadar amonia dilakukan sebanyak

1 kali sebelum penyemprotan larutan EM4 dan 3 kali setelah penyemprotan larutan EM4, pengukuran kadar amonia dilakukan pada jam 4 sore. Pengukuran kadar amonia ke-1 dilakukan 7 jam setelah penyemprotan EM4, sedangkan pengukuran kadar amonia ke-2, dan ke-3 dilakukan pada jam yang sama yakni jam 4 sore pada hari berikutnya dengan kurun waktu yang berbeda 24 jam.

Pengukuran suhu dilakukan menggunakan TempTron dan pengukuran kelembapan dilakukan menggunakan kastrel 3000. Pengukuran suhu dan kelembapan dilakukan pada setiap pukul 09.00 WIB. Analisis data yang dilakukan secara kualitatif. Data kualitatif akan dideskriptifkan untuk menjelaskan data-data primer yang diperoleh melalui metode pengukuran *hydrion ammonia test papper*, suhu, kelembapan dan dibandingkan dengan beberapa studi literatur yang dijadikan sebagai pedoman dalam penulisan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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 terlihat. 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 ke-1 setelah penyemprotan larutan EM4 sebanyak 5 ppm dalam jangka waktu 7 jam, kadar amonia

mengalami penurunan sebanyak 5 ppm bertahan sampai dengan hari ke-2.

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
Ke- 2	5	28,2	61,5
Ke- 3	8	29,2	57,5

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 ($C_5H_4N_4O_3$) → urea → amonia (NH_3) dengan bantuan enzim urikase dan urikase asal bakteri gram (-) sehingga dapat menurunkan kadar amonia di dalam kandang (Tanjaya, 2019).

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 ($C_5H_4N_4O_3$) menghasilkan urea yang diubah menjadi amonia (NH_3) dengan bantuan enzim urikase dan urikase 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

amonias 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 signifikan.

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 di mana batas kadar amonia yang terdapat pada kandang adalah 15–20 ppm (Jaya *et al.*, 2022). Hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1 menunjukkan peningkatan kadar amonia sebesar 3 ppm dalam jangka pada hari ke-3 setelah penyemprotan, sehingga untuk mencapai batas kadar amonia 15 ppm membutuhkan waktu ±6 hari. Penyemprotan larutan EM4 secara berulang diperlukan agar kadar amonia turun menjadi 5 ppm.

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 (Jaya *et al.*, 2022). Tingkat kepadatan populasi ayam yang tinggi cenderung menghasilkan suhu lingkungan kandang yang tinggi.

Suhu kandang memiliki pengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar amonia dalam kandang broiler. (Turesna *et al.*, 2020). Berdasarkan hasil table penyemprotan larutan EM4 pada kandang broiler *semi closed house* hari ke-1 pasca 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 *et al.*, 2020). Selain karena penurunan suhu peran larutan EM4 juga berpengaruh dalam mencegah proses pembentukan amonia.

Peningkatan kadar amonia terjadi pada hari ke-3 sebesar 8 ppm dengan suhu kandang 29,2°C dan kelembapan 57,6%. 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 konsumsi air minum ayam yang meningkat sehingga menyebabkan ekskreta cair, dan *litter* semakin basah yang menyebabkan kadar amonia semakin tinggi (Metasari *et al.*, 2012). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian karena pada hari ke-3 suhu meningkat menjadi 29,2°C dan kadar amonia meningkat menjadi 8 ppm.

Kelembapan optimal untuk ayam broiler adalah berkisar antara 60-70%. Peningkatan kadar amonia akan dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan, jika kelembapan meningkat maka udara dalam kandang ayam menjadi lembap sehingga kadar amonia dalam kandang meningkat (Pendriadi, 2023).

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 pendek, karena pada hari ke-2 suhu mengalami peningkatan 28,2°C dan kelembapan mengalami penurunan sebesar 61,5%. Namun pada hari ke-3 kadar amonia meningkat menjadi 8 ppm dan kelembapan menurun menjadi 57,5%. Hal tersebut dapat terjadi karena berbagai faktor seperti ventilasi yang buruk dan suhu yang tinggi (Pendriadi 2023).

Dampak peningkatan kadar amonia sangat berbahaya. 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 invasi 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 nilai kadar amonia berbahaya 10 ppm sampai dengan hari ke-3. Peningkatan kadar amonia lebih dipengaruhi oleh perubahan suhu kandang sedangkan perubahan tingkat kelembapan banyak dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ventilasi yang buruk, suhu yang tinggi.

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.
- Amrullah, I.K. 2004. Nutrisi ayam broiler. Bogor Lembaga Satu Gunungbudi: Bogor.
- Aneja, H. William, Schlesinger, Q Li, A. Nahas, Battye. 2020. Characterization of the global sources of atmospheric ammonia from agricultural soils. *J. 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. *J. Sains Peternakan* 2 (11):4600–4606.
- Badrah, S., R.P. Aidina, A. Andi. 2021. Pemanfaatan effective microorganism 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.
- 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., 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 (*cuecuma 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 Elkolind 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. Norfadrin, 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. Meliala S. Muthalib M A. Bontoro A. 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 penurunan 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 Microorganisme-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.