

Pengaruh Pemberian Karbon Aktif Arang Sekam terhadap Pelepasan Gas Amonia pada Feses Ayam Ras Petelur

Response of Activated Carbon Charcoal Husk to the Release of Ammonia Gas in the Manure of Laying Hens

U. Sara¹, M. Azhar², T. L. Aulyani², S. Faradila²

¹Program Studi Penyuluhan Peternakan dan Kesejahteraan Hewan, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa, Jl. Malino No.KM. 7, Romang Lompoe, Kec. Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

²Program Studi Budidaya Ternak, Politeknik Pembangunan Pertanian Gowa, Jl. Malino No. KM. 7, Romang Lompoe, Kec. Bontomarannu, Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan 92171

*Korespondensi E-mail: urfianasara0801@gmail.com

Diterima 25 Mei 2023; Disetujui 8 Januari 2024

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui respon pemberian karbon aktif dari arang sekam padi terhadap pelepasan gas amonia pada feses ayam ras petelur. Penelitian ini menggunakan ternak ayam ras petelur strain Isa Brown umur 70 minggu sebanyak 12 ekor. Pengambilan feses dilakukan pada pagi hari. Feses ayam ras petelur ditampung sebanyak 50 gr untuk setiap perlakuan. Feses yang telah ditampung kemudian ditaburi karbon aktif arang sekam. Feses yang telah ditaburi karbon aktif disimpan selama 7 hari pada suhu ruangan. Pemberian karbon aktif arang sekam dibagi menjadi 4 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan pertama 50 g feses + Tanpa pemberian arang sekam (Kontrol), Perlakuan kedua 50 g feses + 10% karbon aktif (arang sekam padi), Perlakuan ketiga 50 g feses + 20% karbon aktif (arang sekam padi), dan Perlakuan keempat 50 g feses + 30% karbon aktif (arang sekam padi). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian karbon aktif arang sekam pada konsentrasi yang berbeda pada feses ayam ras petelur mampu meningkatkan suhu feses, dan menurunkan kadar ammonia feses khususnya pada Pemberian 10% karbon aktif arang sekam, namun belum mampu mengubah penyusutan feses, dan pH feses. Rekomendasi perlakuan terbaik adalah pemberian karbon aktif arang sekam pada konsentrasi 10%.

Kata kunci: Amonia, Ayam Petelur, Karbon Aktif

ABSTRACT

This study aims to determine the response of activated carbon from rice husk charcoal to the release of ammonia gas in the manure of laying hens. This study used 12 laying hens of the Isa Brown strain aged 70 weeks. Manure collection is done in the morning. The manure of laying hens was collected as much as 50 grams for each treatment. The manure that has been collected is then sprinkled with activated carbon from husk charcoal. Manure that has been sprinkled with activated carbon is stored for 7 days at room temperature. The administration of activated carbon charcoal husk was divided into 4 treatments with 3 replications. The first treatment was 50 g of manure + without giving rice husk charcoal (Control), the second treatment was 50 g of manure + 10% activated carbon (rice

husk charcoal), the third treatment was 50 g of manure + 20% activated carbon (rice husk charcoal), and the fourth treatment was 50 g manure + 30% activated carbon (rice husk charcoal). The results showed that the administration of activated carbon husk charcoal at different concentrations was able to increase the temperature and reduce the levels of ammonia, especially in the treatment of 10% activated carbon of husk charcoal), but had not been able to change the shrinkage and pH of manure. The recommended treatment is activated carbon charcoal husk treatment at a concentration of 10%.

Keywords: Ammonia, Laying Hens, Activated Carbon

PENDAHULUAN

Limbah feses merupakan salah satu sumber polusi terbesar yang berasal dari sektor peternakan. Saat ini, limbah feses peternakan menjadi salah satu sumber nitrogen terbesar di atmosfer. Feses ternak menyumbang 83-92% dari total emisi ke lingkungan, sekitar 8-9 juta ton per tahun (McIlroy et al., 2019). Ayam ras petelur sendiri menghasilkan limbah feses sebanyak 0,075 kg/ekor/hari, sehingga dapat diperkirakan total feses yang dihasilkan setiap hari pada suatu jumlah populasi tertentu. Oleh sebab itu, penting untuk memahami dengan baik tentang faktor-faktor yang mempengaruhi emisi yang dihasilkan oleh limbah peternakan untuk mengembangkan strategi yang efektif dalam mengurangi polusi udara.

Pohl et al. (2022) menjelaskan bahwa gas amonia merupakan polutan yang bereaksi di atmosfer karena kelarutannya yang tinggi di dalam air dan akan membentuk senyawa ammonium (NH_4^+). Senyawa ini memiliki efek merugikan terhadap ekosistem dan keanekaragaman hayati karena adanya keasaman dan autotrofikasi di lingkungan darat dan perairan. Kelebihan kadar gas amonia (NH_3) dalam kandang akan menjadi faktor stres fisiologis yang dapat menurunkan konsumsi pakan, dan menghambat pertumbuhan (Wei et al., 2014). Stres fisiologis dapat menyebabkan penurunan yang cukup signifikan terhadap performa ayam (Sara et al., 2022). Selain itu, amonia jg bisa berbahaya bagi kesehatan manusia (Mažeikienė & Bleizgys, 2022). Selain itu, proses penguapan NH_3 dari feses ternak dapat mengakibatkan kehilangan sumber nitrogen hara karena hilangnya amonia-N sehingga mengurangi kualitas pupuk kandang. Oleh sebab itu, feses ternak perlu diolah dengan benar untuk meminimalisir resiko buruk terhadap lingkungan (Zubair et al., 2020).

Beberapa metode, baik dari aspek biologi (Hagenkamp-Korth et al., 2015; Zubair et al., 2020) maupun kimiawi (Eglite et al., 2021; Naujokienė et al., 2021) ditemukan mampu mengurangi pelepasan NH_3 dari feses sapi. Metode tersebut mampu menurunkan pelepasan NH_3 , namun terdapat beberapa kekurangan antara lain; biaya peralatan yang lebih tinggi,

kesulitan dalam implementasi, serta efek samping lainnya. Beberapa metode yang dapat mengurangi dampak polusi udara akibat emisi gas amonia telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, mulai dari tindakan preventif (Aerasi, alkasi, sanitasi temperatur, dll) (Z. Han et al., 2018; Mohammed-Nour et al., 2019a; Mostafa et al., 2019), pemanfaatan teknologi (Scrubber, biofilter, dan iradiasi) (Goyal & Chauhan, 2021; Moore et al., 2018; Yan et al., 2020), dan penggunaan bahan kimia (minyak atsiri sintetik, glikol, dll) (Cobellis et al., 2016; Seo et al., 2012).

Faktanya, bahan kimia hanyalah sebagai kamufase, karena hanya mengubah ambang batas ketidaknyamanan, namun tidak menghilangkan penyebab bau tak sedap. Senyawa penghilang bau belum betul-betul ditetapkan (Gutarowska et al., 2014). Bahan kimia lainnya yang digunakan sebagai bahan disinfeksi objek yang terkontaminasi ternyata mengandung bahan beracun dan menghancurkan mikroflora patogen dan probiotik. Selain itu, residu bahan tersebut akan tetap mengandung racun untuk jangka waktu yang lama (Naujokienė et al., 2021). Oleh sebab itu, perlu ditemukan cara yang lebih alami untuk mengurangi emisi gas amonia terutama pada limbah peternakan.

Salah satu solusi dalam mengurangi konsentrasi amonia dalam kandang adalah adsorben. Salah satu jenis adsorben yang dapat digunakan untuk mereduksi amonia adalah karbon aktif (Riyanto & Hayati, 2017). Karbon aktif atau dikenal juga dengan istilah arang aktif adalah salah satu jenis adsorben yang sangat baik karena memiliki kapasitas adsorpsi yang besar serta dapat didaur ulang (Jiang et al., 2019). Karbon aktif dapat dibuat dari limbah kayu, sekam atau jerami padi, limbah sawit, komposit silika karbon dan sebagainya. Salah satu bahan yang melimpah ketersediaannya untuk dijadikan karbon aktif adalah sekam padi.

Sekam padi adalah hasil sampingan dari proses penggilingan padi. Pada tahun 2022, Badan Pusat Statistik mencatat produksi padi di Indonesia mencapai 55, 67 juta ton. Karbon aktif yang berasal dari arang sekam memiliki nilai pH 6,8 dan unsur hara antara lain; P_2O_5 15%, N 0,3%, dan K_2O 31%, serta beberapa unsur hara lainnya. Selain itu, arang sekam juga mampu menahan air dengan sangat baik, memiliki Kapasitas Tukar Kation (KTK) yang tinggi, tekstur seperti remah, dan memiliki kemampuan dalam menyerap sinar matahari dengan efektif (Managanta et al., 2023). Studi sebelumnya oleh J. G. Han et al. (2013) menemukan bahwa penggunaan karbon aktif dari sekam padi mampu menyerap nitrogen ammonium dalam air limbah dalam waktu 2 menit dengan maksimum kapasitas

penyerapan sampai 2.6 mg/g. Studi lain yang dilakukan Bai et al. (2021) menemukan bahwa penggunaan sekam padi dalam bentuk karbon aktif memiliki kemampuan menyerap gas amonia yang lebih tinggi (11.22 mg g⁻¹) dibandingkan sekam padi dalam bentuk komposit silika karbon dan silika dioksida. Dengan melihat potensi dan masalah tersebut, penulis melakukan penelitian tentang karbon aktif dari sekam padi yang berpotensi dapat menurunkan gas amonia yang berasal dari feses ayam petelur.

MATERI DAN METODE

Materi dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain sampel feses ayam ras petelur, arang sekam padi, Asam fosfat (H₃PO₄) asam borat (H₃BO₃), natrum karbonat (Na₂CO₃), dan asam sulfat (H₂SO₄), dan plastik klip. Alat yang digunakan adalah penampung feses, penghalus, sendok plastik, ayakan 60 mesh, timbangan, pH meter, oven, tanur, grinder, dan cawan conwei.

Metode Pelaksanaan

Penelitian ini menggunakan ternak ayam ras petelur strain Isa Brown umur 70 minggu sebanyak 12 ekor. Kandang pemeliharaannya menggunakan sistem *battery*. Setiap petak kandang menampung dua ekor ayam. Ukuran kandang disetiap petak adalah 45 cm (panjang), 30-35 cm (lebar), dan 60 cm (tinggi). Pakan yang diberikan pada ayam ini adalah konsentrat dengan waktu pemberian dua kali sehari, yaitu pada pukul 08.00 dan 16.00. Pemberian air minum dilakukan secara *ad libitum*.

Preparasi sekam padi dilakukan dengan mencuci sekam padi dengan air suling beberapa kali agar kotoran dan komponen lainnya dapat dihilangkan. Sekam padi lalu dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C sampai sekam padi kering. Sekam padi yang telah kering kemudian dimasukkan ke dalam tanur listrik. Suhu diatur pada suhu 500 °C untuk pembakaran menjadi arang sekam dan disimpan selama kurang lebih 2 jam. Sebanyak 100 g sampel arang sekam direndam dalam larutan H₃PO₄ 85% dengan perbandingan 1:4 selama 24 Jam. Suspensi kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C lalu didinginkan di dalam desikator. Sampel kemudian dibilas dengan air suling hingga mencapai pH 7 (netral) lalu dikeringkan pada suhu 105°C (Bijang et al., 2022).

Pengambilan feses dilakukan pada pagi hari. Feses ayam ras petelur ditampung menggunakan kantong plastik yang dipasang pada setiap petak kandang. Feses yang di

gunakan yaitu sebanyak 50 g untuk setiap perlakuan. Feses yang telah ditampung kemudian ditaburi karbon aktif arang sekam. Feses yang telah ditabur disimpan selama 7 hari pada suhu ruang. Setelah disimpan selama 7 hari, feses akan diambil untuk diuji.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang tersusun menjadi 4 perlakuan dengan 3 ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah pemberian Arang sekam sebagai berikut:

- U0: 50 g feses + Tanpa pemberian arang sekam (Kontrol)
- U1: 50 g feses + 10% karbon aktif (arang sekam padi)
- U2: 50 g feses + 20% karbon aktif (arang sekam padi)
- U3: 50 g feses + 30% karbon aktif (arang sekam padi)

Peubah yang diamati

Peubah yang diamati antara lain; penyusutan feses, derajat keasaman (pH), suhu, dan kadar amonia feses.

1. Penyusutan Feses (g)

Metode pengukuran penyusutan feses dilakukan dengan cara menimbang feses pada awal penampungan dan akhir penyimpanan. Hasil penimbangan awal dikurangi dengan hasil penimbangan akhir

2. Derajat Keasaman (pH)

Metode pengukuran derajat keasaman (pH) dilakukan dengan cara mengukur pH feses menggunakan pH meter yang dilakukan dengan menancapkan pH meter (Hana) sampai didapatkan kadar pH yang konstan. Analisis pH diukur dengan cara menyamaratakan berat sampel feses pada semua perlakuan yaitu sebanyak 5 g. Selanjutnya sampel feses dimasukkan ke dalam gelas ukur dan menambahkan 50 ml aquadest atau dengan perbandingan 1 : 10 untuk melarutkan sampel feses dengan cara diaduk. Mengukur pH feses dengan pH meter yang telah dikalibrasi menggunakan larutan buffer pH 7,0.

3. Suhu (°C)

Metode pengukuran suhu feses dilakukan dengan menggunakan thermometer digital dengan cara meletakkan sensor thermometer digital ke dalam feses. Selama pengukuran suhu berlangsung, litter yang digunakan tidak di bolak-balik.

4. Kadar Amonia (g/L)

Timbang dengan teliti ± 1 g sampel lalu masukkan kedalam cawan conwei bagian luar. Pipet H_3BO_3 sebanyak 1 ml lalu masukkan kedalam cawan conwei bagian dalam lalu tetesi dengan indicator mix. Tambahkan 1 ml Na_2CO_3 jenuh kedalam cawan conwei bagian luar dan aduk pelan hingga tercampur dengan sampel. Tutup campuran dan biarkan bermalam. Titrasi menggunakan H_2SO_4 0.01 N (Masterson, 2013).

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan sidik ragam berdasarkan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Apabila perlakuan memperlihatkan pengaruh yang nyata maka dilanjutkan dengan uji Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perubahan kadar amonia dapat diindikasikan ke dalam beberapa parameter pendukung, antara lain; penyusutan feses, suhu, pH, serta nilai dari kadar amonia (Mohammed-Nour et al., 2019b). Tabel 1 menunjukkan nilai performa dan kadar amonia feses ayam ras petelur yang diberikan karbon aktif arang sekam padi pada level yang berbeda.

Tabel 1. Nilai Penyusutan, Suhu, pH, dan Kadar Amonia Feses Ayam Ras Petelur yang Diberikan Karbon Aktif Arang Sekam Padi pada Level yang Berbeda

Parameter	Perlakuan ¹			
	U0	U1	U2	U3
Penyusutan Feses (g)	1.13 \pm 0.42	0.80 \pm 0.36	1.2 \pm 0.34	1.17 \pm 0.06
Suhu ($^{\circ}C$)	27.67 \pm 0.58 ^a	28.27 \pm 0.06 ^b	28.4 \pm 0.00 ^b	28.4 \pm 0.41 ^b
pH	8.23 \pm 0.03 ^{ab}	8.34 \pm 0.40 ^b	7.88 \pm 0.01 ^a	8.07 \pm 0.28 ^a
Kadar Amonia (g/L)	1.25 \pm 0.07 ^b	1.04 \pm 0.03 ^a	1.19 \pm 0.04 ^b	1.37 \pm 0.13 ^c

^{a-b} notasi yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0.05$).

¹U0 = 50 g feses + tanpa pemberian karbon aktif arang sekam padi, U1 = 50g + 10% pemberian karbon aktif arang sekam padi, U2 = 50g + 20% pemberian karbon aktif arang sekam padi, U3 = 50g + 30% pemberian karbon aktif arang sekam padi.

Penyusutan Feses (g)

Penyusutan feses ayam ras petelur dengan pemberian karbon aktif arang sekam padi dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil analisis data menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang nyata pemberian karbon aktif arang sekam padi terhadap nilai penyusutan feses ($P < 0.05$). Nilai penyusutan feses berkisar antara 0,80 g - 1,17 g.

Penyusutan berat feses mengindikasikan terjadinya penguapan kandungan air yang terdapat di dalam feses. Mahardika et al. (2022) menjelaskan bahwa amonia yang

bersumber dari feses ayam terbentuk dari proses reaksi kimia antara asam urat, air (H_2O), dan enzim uricase asal bakteri (gram). Kandungan air pada feses yang menurun dapat meminimalisir cemaran amonia volatile ke atmosfer. Hal ini disebabkan air adalah salah satu unsur yang meningkatkan potensi terbentuknya amonia lebih cepat.

Penyusutan berat feses yang lebih tinggi dapat menandakan cemaran amonia ke udara yang lebih berkurang. Studi lainnya yang dilakukan oleh Sihmawati (2020) menjelaskan bahwa salah satu indikasi kandungan amonia yang rendah pada feses dapat dilihat dari feses yang cenderung lebih kering.

Suhu Feses ($^{\circ}C$)

Suhu feses ayam ras petelur dengan pemberian karbon aktif arang sekam dapat dilihat pada Tabel 1 di atas. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa suhu feses tanpa pemberian karbon aktif arang sekam padi (U_0) memiliki nilai yang secara nyata ($P < 0,05$) lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan pemberian karbon arang sekam padi pada konsentrasi 10% (U_1), 20% (U_2), dan 30% (U_3). Suhu feses pada studi ini berkisar antara $27^{\circ}C - 28,5^{\circ}C$.

Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Mahardika et al. (2022) menjelaskan bahwa suhu memiliki pengaruh langsung dalam mendukung mikroba dalam proses konversi asam urat menjadi amonia. Lebih lanjut Mohammed-Nour et al. (2019a) menambahkan bahwa peningkatan suhu pada feses akan menaikkan kadar amonia. Berdasarkan Tabel 1 di atas, pada perlakuan pemberian karbon aktif, suhu feses mengalami peningkatan dibandingkan kontrol. Meskipun begitu, suhu feses masih dalam batasan normal. Hal ini sesuai dengan studi yang dilakukan Mituniewicz et al. (2016) yang menemukan bahwa pada rentang 11 s.d 40 hari, suhu litter kandang yang telah tercampur feses ayam berada pada kisaran $27-31^{\circ}C$.

pH Feses

Tabel 1 di atas menunjukkan nilai pH feses ayam ras petelur dengan pemberian karbon aktif arang sekam padi. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa pH feses ayam ras petelur tanpa pemberian karbon aktif arang sekam padi tidak berbeda secara nyata ($P > 0,05$) dengan pemberian 10% (U_1), 20% (U_2), dan 30% (U_3). Namun, pH feses pada perlakuan U_1 memiliki nilai yang nyata ($P < 0,05$) lebih tinggi dibandingkan U_2 dan U_3 . pH feses pada penelitian ini berkisar pada nilai 7,8 - 8,34.

Nilai pH terendah berada pada feses dengan pemberian 20% karbon aktif (U2) dengan nilai 7,88. Marang et al. (2019) menjelaskan bahwa feses dengan nilai pH < 8,0 mampu meminimalisir volatilisasi amonia. Sebaliknya, pH > 8,0 dapat meningkatkan terjadinya volatilisasi amonia. Volatilisasi sendiri merupakan kehilangan N ke atmosfer sebagai gas amonia (NH₃) (Pan et al., 2016). Proses volatilisasi perlu diminimalisir agar pelepasan gas amoniak ke atmosfer tidak dalam kadar maupun konsentrasi yang tinggi.

Nilai pH pada penelitian ini menunjukkan nilai netral-basa yang dapat disebabkan pemanfaatan protein yang cukup maksimal sehingga asam urat terbentuk lebih banyak. Marang et al. (2019) menambahkan bahwa karakteristik asam urat diduga mampu berkontribusi dalam peningkatan pH feses maupun litter. Lebih lanjut Eid et al. (2022) menjelaskan bahwa proses metabolisme asam amino akan menghasilkan ion ammonium dalam jumlah tertentu. Hal inilah yang menyebabkan pH feses menjadi lebih basa. Kadar pH feses yang basa dapat meningkatkan konsentrasi gas amonia. Sebaliknya, kadar pH yang cenderung asam dapat menurunkan proses volatilisasi ammonia, sehingga bau amonia dalam kandang tidak terlalu menyengat.

Kadar Amonia (g/L)

Tabel 1 di atas menunjukkan nilai kadar amonia feses ayam ras petelur dengan pemberian karbon aktif arang sekam padi. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa kadar amonia feses ayam ras petelur tanpa pemberian karbon aktif arang sekam (kontrol/U0) padi tidak berbeda secara nyata ($P>0,05$) dengan pemberian 20% (U2). Namun, kadar amonia pada perlakuan U0 memiliki nilai yang nyata ($P<0,05$) lebih tinggi dibandingkan perlakuan U1 (pemberian 10% karbon aktif arang sekam) dan lebih rendah dibandingkan perlakuan U3 (pemberian 30% karbon aktif arang sekam). Kadar amonia terendah berada pada perlakuan U1 sedangkan yang tertinggi pada perlakuan U3. Kadar amonia feses pada penelitian ini berkisar pada nilai 1,04 - 1,37 g/L.

Penelitian ini sejalan dengan studi yang dilakukan oleh Szymula et al. (2021) yang menemukan bahwa kadar amonia feses sapi potong yang diberikan adsorben berupa biochar lebih rendah dibandingkan tanpa pemberian adsorben. Hasil yang serupa juga diperoleh Riaño et al. (2022) yang menemukan bahwa penerapan teknologi Membran Gas-Permeabel (GMP *Technology*) sebagai adsorben mampu memaksimalkan pemulihan N (nitrogen) dan menekan pelepasan amonia yang disebabkan volatilisasi.

Sekam padi pada dasarnya merupakan bahan yang dapat menjadi adsorben yang baik untuk menekan emisi gas amonia. Hal ini disebabkan sekam padi memiliki kemampuan penyerapan yang cukup tinggi, sehingga dapat menghambat pembentukan gas amonia. Zhou et al. (2019) menjelaskan bahwa kadar nitrogen dalam feses disebabkan oleh banyak protein dalam ransum yang tidak terserap dengan sempurna pada proses pencernaan. Aktivitas bakteri akan mengurai kandungan nitrogen yang dalam feses sehingga menjadi gas amonia. Adapun kadar amonia yang cukup tinggi pada perlakuan U3 dapat disebabkan oleh beberapa faktor antara lain; pada saat pengambilan sampel atau pada proses analisis sampel.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Pemberian karbon aktif arang sekam pada konsentrasi yang berbeda pada feses ayam ras petelur mampu meningkatkan suhu feses, dan menurunkan kadar amonia feses, khususnya pada perlakuan U1 (Pemberian 10% karbon aktif arang sekam). Rekomendasi perlakuan terbaik adalah pemberian karbon aktif arang sekam pada konsentrasi 10% .

DAFTAR PUSTAKA

- Bai, W., Qian, M., Li, Q., Atkinson, S., Tang, B., Zhu, Y., & Wang, J. 2021. Rice husk-based adsorbents for removing ammonia: Kinetics, thermodynamics and adsorption mechanism. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 9(4), 105793. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.105793>
- Bijang, C., Tanasale, M. F. J. D. P., Sri, D., Tahril, T., & Azis, T. 2022. Synthesis and characterization of activated carbon from waste compedak fruit (*artocarpus champeden*) activated h₃po₄ as adsorbent of methylene blue. *Jurnal Akademika Kimia*, 11(1), 56–63. <https://doi.org/10.22487/j24775185.2022.v11.i1.pp56-63>
- Cobellis, G., Trabalza-Marinucci, M., Marcotullio, M. C., & Yu, Z. 2016. Evaluation of different essential oils in modulating methane and ammonia production, rumen fermentation, and rumen bacteria in vitro. *Animal Feed Science and Technology*, 215, 25–36. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.02.008>
- Eglite, S., Ilgaza, A., & Butka, M. 2021. Reduction of ammonia emissions by applying probiotics on litter in a commercial breeding poultry house. *Agronomy Research*, 19(Special Issue 2), 1015–1022. <https://doi.org/10.15159/AR.21.069>
- Eid, Y. Z., Amber, K. A., Hassan, M. S., Hassan, R. A., & Abo-Ouf, A. M. 2022. Efficacy of Aluminum Sulfate Addition to Poultry Litter on Productive Performance of Laying Hens, Ammonia Emissions, and Litter Quality. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola*, 24(2). <https://doi.org/10.1590/1806-9061-2021-1516>

- Goyal, S., & Chauhan, R. P. 2021. Ammonia gas sensing response of gamma-irradiated CdTe thin films. *Materials Science in Semiconductor Processing*, 121(August 2020), 105394. <https://doi.org/10.1016/j.mssp.2020.105394>
- Gutarowska, B., Matusiak, K., Borowski, S., Rajkowska, A., & Brycki, B. 2014. Removal of odorous compounds from poultry manure by microorganisms on perlite - bentonite carrier. *Journal of Environmental Management*, 141, 70-76. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.03.017>
- Hagenkamp-Korth, F., Haeussermann, A., Hartung, E., & Reinhardt-Hanisch, A. 2015. Reduction of ammonia emissions from dairy manure using novel urease inhibitor formulations under laboratory conditions. *Biosystems Engineering*, 130, 43-51. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.12.002>
- Han, J. G., Zhao, G., Dou, L. S., Jing, Y. J., & Zhu, Y. L. 2013. Adsorption of ammonium nitrogen in water by rice husk charcoal: A simulation study. *Advanced Materials Research*, 781-784, 2063-2066. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.781-784.2063>
- Han, Z., Sun, D., Wang, H., Li, R., Bao, Z., & Qi, F. 2018. Effects of ambient temperature and aeration frequency on emissions of ammonia and greenhouse gases from a sewage sludge aerobic composting plant. *Bioresource Technology*, 270, 457-466. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.09.048>
- Jiang, C., Cui, S., Han, Q., Li, P., Zhang, Q., Song, J., & Li, M. 2019. Study on application of activated carbon in water treatment. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 237(2), 8-13. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/237/2/022049>
- Mahardika, C., Pello, W. Y., & Nenomnanu, Y. 2022. Pengaruh penambahan adsorben dan kultur bakteri terhadap karakteristik feses ayam ras pedaging. *Partner*, 27(1), 1723. <https://doi.org/10.35726/jp.v27i1.559>
- Managanta, A. A., Sondakh, T. D., Pangemanan, E. F., Doodoh, B., Tuju, T. D. J., Tumbelaka, S., Sondakh, M. F. L., Supit, P. C. H., Loho, E., Tumewu, P., & Rantung, M. R. (2023). *International Journal of Multicultural and Multireligious Understanding Application of Rice Husk Charcoal and Water Hyacinth Bokashi in Imperata Soil on the Growth and Yield of Sweet Corn*. 440-444.
- Marang, E. A. F., Mahfudz, L. D., Sarjana, T. A., & Setyaningrum, S. 2019. Kualitas dan kadar amonia litter akibat penambahan sinbiotik dalam ransum ayam broiler. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*, 21(3), 303. <https://doi.org/10.25077/jpi.21.3.303-310.2019>
- Masterson, B. 2013. Conway's Microdiffusion Analysis: eighty years on and still counting! *Biochemical Journal*, 34-39.
- Mažeikienė, R., & Bleizgys, R. 2022. Use of bio-preparations to reduce ammonia emissions from cattle farming: effects of manure storage time and ventilation intensity. *Agriculture (Switzerland)*, 12(10). <https://doi.org/10.3390/agriculture12101626>
- McIlroy, J. P., McGeough, K. L., Laughlin, R. J., & Carolan, R. 2019. Abatement of ammonia emissions from dairy cow house concrete floor surfaces through additive application. *Biosystems Engineering*, 188, 320-330. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2019.10.016>
- Mituniewicz, T., Piotrowska, J., Sowińska, J., Mituniewicz, E., Iwańczuk-Czernik, K., & Wójcik, A. 2016. Effect of calcium peroxide (CaO₂) addition to poultry litter on the parameters of its physicochemical, microbiological and fertilising quality. *Journal of Elementology*, 21(4), 1327-1341. <https://doi.org/10.5601/jelem.2016.21.1.1056>

- Mohammed-Nour, A., Al-Sewailem, M., & El-Naggar, A. H. 2019a. The influence of alkalization and temperature on Ammonia recovery from cow manure and the chemical properties of the effluents. *Sustainability (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/su11082441>
- Mohammed-Nour, A., Al-Sewailem, M., & El-Naggar, A. H. 2019b. The influence of alkalization and temperature on Ammonia recovery from cow manure and the chemical properties of the effluents. *Sustainability (Switzerland)*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/su11082441>
- Moore, P. A., Li, H., Burns, R., Miles, D., Maguire, R., Ogejo, J., Reiter, M. S., Buser, M. D., & Trabue, S. 2018. Development and testing of the ars air scrubber: a device for reducing ammonia emissions from animal rearing facilities. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 2(June), 1–10. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00023>
- Mostafa, E., Selders, A., & Buescher, W. 2019. Aeration of pig slurry affects ammonia and greenhouse gases emissions. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 16(11), 7327–7338. <https://doi.org/10.1007/s13762-019-02388-2>
- Naujokienė, V., Bagdonienė, I., Bleizgys, R., & Rubežius, M. 2021. A biotreatment effect on dynamics of cattle manure composition and reduction of ammonia emissions from agriculture. *Agriculture (Switzerland)*, 11(4). <https://doi.org/10.3390/agriculture11040303>
- Pan, B., Lam, S. K., Mosier, A., Luo, Y., & Chen, D. 2016. Ammonia volatilization from synthetic fertilizers and its mitigation strategies: A global synthesis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 232, 283–289. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.08.019>
- Pohl, V., Gilmer, A., Hellebust, S., McGovern, E., Cassidy, J., Byers, V., McGillicuddy, E. J., Neeson, F., & O'Connor, D. J. 2022. Ammonia cycling and emerging secondary aerosols from arable agriculture: A European and Irish Perspective. *Air*, 1(1), 37–54. <https://doi.org/10.3390/air1010003>
- Riaño, B., Molinuevo-Salces, B., Vanotti, M. B., & García-González, M. C. 2022. Effect of Operational Conditions on Ammonia Recovery from Simulated Livestock Wastewater Using Gas-Permeable Membrane Technology. *Environments-MDPI*, 9(6), 0–9. <https://doi.org/10.3390/environments9060070>
- Riyanto, & Hayati, L. 2017. Treatment of ammonia in liquid hospital waste using activated carbon. *AIP Conference Proceedings*, 1911(December). <https://doi.org/10.1063/1.5016023>
- Sara, U., Rahardja, D. P., Sonjaya, H., & Azhar, M. 2022. Changes in physiological condition of broiler chickens sprayed with water before transportation. *Jurnal Ilmu Ternak Dan Veteriner*, 27(2), 93–99. <https://doi.org/10.14334/jitv.v27i2.2996>
- Seo, J. B., Jeon, S. Bin, Kim, J. Y., Lee, G. W., Jung, J. H., & Oh, K. J. 2012. Vaporization reduction characteristics of aqueous ammonia solutions by the addition of ethylene glycol, glycerol and glycine to the CO₂ absorption process. *Journal of Environmental Sciences*, 24(3), 494–498. [https://doi.org/10.1016/S1001-0742\(11\)60797-3](https://doi.org/10.1016/S1001-0742(11)60797-3)
- Sihmawati, R. R. 2020. 4928-Article Text-13905-1-10-20200725. 340–351.
- Szymula, A., Wlazło, Ł., Sasáková, N., Wnuk, W., & Nowakowicz-Dębek, B. 2021. The use of natural sorbents to reduce ammonia emissions from cattle faeces. *Agronomy*, 11(12), 1–9. <https://doi.org/10.3390/agronomy11122543>
- Wei, F. X., Hu, X. F., Sa, R. N., Liu, F. Z., Li, S. Y., & Sun, Q. Y. 2014. *Genetics and Molecular Research*, 13(2), 3117–3127. <https://doi.org/10.4238/2014.April.17.8>
- Yan, J., Wang, S., Wu, L., Li, S., Li, H., Wang, Y., Wu, J., Zhang, H., & Hong, Y. 2020. Long-term ammonia gas biofiltration through simultaneous nitrification, anammox and denitrification

- process with limited N₂O emission and negligible leachate production. *Journal of Cleaner Production*, 270, 122406. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122406>
- Zhou, S., Zhang, X., Liao, X., Wu, Y., Mi, J., & Wang, Y. 2019. Effect of different proportions of three microbial agents on ammonia mitigation during the composting of layer manure. *Molecules*, 24(13), 1-18. <https://doi.org/10.3390/molecules24132513>
- Zubair, M., Wang, S., Zhang, P., Ye, J., Liang, J., Nabi, M., Zhou, Z., Tao, X., Chen, N., Sun, K., Xiao, J., & Cai, Y. 2020. Biological nutrient removal and recovery from solid and liquid livestock manure: Recent advance and perspective. *Bioresour Technol*, 301(October 2019), 122823. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2020.122823>