

PEMANFAATAN CANGKANG TELUR SEBAGAI PUPUK ORGANIK DIDESA OMBULODATA, GORONTALO UTARA

Siswatiana Rahim Taha, Muhamad Mukhtar, dan Srisukmawati Zainuddin

*Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo
Jl. Jend. Sudirman No.6, Kota Gorontalo, Indonesia, 96128
email: muhmukhtar@gmail.com, tahasiswatiana@gmail.com*

ABSTRACT

This service will be addressed to the residents of Ombulodata Village, Kwandang District, North Gorontalo Regency. Several activity programs have been carried out at the location of the activity, namely the Introduction and Processing of Eggshell Waste into Organic Fertilizer, Eggshell Waste Collection, Eggshell Waste Processing into Flour, and Organic Fertilizer Production. The method used in empowering the target partner group is a learning technique in the form of providing theory and simulation to village residents who are target partners and then direct practice with students and villagers. Ombulodata village has the most agricultural land compared to other villages in Kwandang sub-district. the local government provides assistance in the form of more fertilizer to each farmer group. but often insufficient and even damage the plant. Another potential possessed by Ombulodata village is, if you observe the area around Ombulodata village, the availability of land with fruit, chili and tomato plants is quite a lot

Keywords: Eggshell Waste, Organic Fertilizer, Fermentation, EM4

ABSTRAK

Pengabdian ini akan ditujukan kepada warga desa Ombulodata Kecamatan Kwandang Kabupaten Gorontalo Utara. Beberapa program kegiatan telah dilaksanakan di lokasi kegiatan adalah program Pelatihan Pengenalan dan Pengolahan Limbah Cangkang Telur Menjadi Pupuk Organik, Pengumpulan Limbah Cangkang Telur, Pengolahan Limbah Cangkang Telur Menjadi Tepung, Pembuatan pupuk organik. Metode yang digunakan dalam melakukan pemberdayaan kelompok mitra sasaran adalah teknik pembelajaran dalam bentuk pemberian teori dan simulasi kepada warga desa yang menjadi mitra sasaran dan selanjutnya praktek secara langsung bersama mahasiswa dan warga desa. Desa Ombulodata memiliki lahan pertanian paling banyak dibandingkan dengan desa lain di kecamatan Kwandang. maka pemerintah daerah memberikan bantuan berupa pupuk lebih banyak kepada masing-masing kelompok tani. namun sering tidak mencukupi bahkan merusak tanaman. Potensi lain yang dimiliki oleh desa Ombulodata yaitu, apabila diamati daerah sekitar desa Ombulodata, ketersediaan lahan dengan tanaman buah, cabe dan tomat yang tersedia cukup banyak

Kata Kunci: Limbah Cangkang Telur, Pupuk Organik, Fermentasi, EM4

Corresponding Author: muhmukhtar@gmail.com

PENDAHULUAN

Cangkang telur merupakan limbah rumah tangga yang sangat mudah didapat. Cangkang telur dapat juga berasal dari buangan sampah peternakan ayam petelur. Selama ini limbah cangkang telur di Kecamatan Rumbai Bukit hanya ditumpuk di lahan kosong milik desa. Kurangnya pengetahuan dan wawasan masyarakat mengenai pemanfaatan limbah cangkang telur mengakibatkan limbah tersebut dapat mencemari lingkungan. Cara untuk menangani limbah cangkang telur yaitu melakukan pengolahan menjadi pupuk organik cair.

Cangkang telur termasuk limbah yang tidak mendapat perhatian khusus, dan dibuang begitu saja tanpa proses daur ulang. Oleh karena itu, untuk membantu menjaga lingkungan salah satunya dengan pemanfaatan limbah. Limbah cangkang telur didapat dari penjual nasi goreng, martabak dan warung nasi, serta sering dilihat berserakan di jalan-jalan. Dengan menjadikan limbah yang selintas dirasa tidak bermanfaat menjadi salah satu yang sangat bermanfaat didalam tatanan kehidupan.

Cangkang telur memiliki kandungan nutrien yang tinggi. Suhastyo & Raditya (2021) menyatakan bahwa sebanyak 97% kalsium terkandung dalam cangkang telur ayam. Tingginya kandungan kalsium ini diketahui sebagai senyawa kalsium karbonat yang sangat baik sebagai bahan baku pembuatan POC dan dapat menaikkan pH media tanah dan air. Machrodania *et al.* (2015) menambahkan bahwa limbah cangkang telur ayam broiler juga mengandung CaCO_3 sebesar 97%, 3% fosfor, 3% magnesium, natrium, kalium, seng, mangan, besi, dan tembaga.

Pengolahan limbah menjadi pupuk organik biasanya menggunakan teknologi fermentasi yang memanfaatkan mikroorganisme berupa bakteri. Langkah-langkah dalam pembuatan adalah menyediakan peralatan untuk membuat, menyediakan bahan baku, melakukan pencampuran bahan, fermentasi serta melakukan pengecekan, dan setelah 2 minggu siap digunakan (Saenab *et al.*, 2018).

Senyawa kalsium karbonat pada cangkang telur dapat larut dalam senyawa asam dan air panas dalam waktu yang lama, sehingga pengolahan pupuk organik cair dibutuhkan dengan larutan EM4 sebagai bioaktivator yang bersifat asam. Fan *et al.* (2017) mengemukakan bahwa penggunaan EM4 dalam pembuatan pupuk organik dapat meningkatkan kadar kandungan hara nitrogen, fosfor, dan kalium daripada pembuatan kompos yang tidak menggunakan EM4. Subandriyo *et al.* (2012) mendukung bahwa penggunaan EM4 dapat membantu meningkatkan unsur hara pada pupuk. Limbah cangkang telur di Kecamatan Kwandang berasal dari rumah tangga dan limbah pasar tradisional terutama limbah dari warung makan yang berada dilingkungan pasar. Tumpukan limbah ini telah meresahkan masyarakat karena dapat menyebabkan lingkungan menjadi kotor dan aroma bau busuk telur memasuki wilayah pemukiman, sehingga banyak masyarakat yang ingin memanfaatkan limbah cangkang telur ini, namun belum diketahui teknologi tepat guna yang dapat dilakukan guna meminimalisir cemaran limbah disekitar pasar.

Desa Ombulodata memiliki lahan pertanian paling banyak dibandingkan dengan desa lain di kecamatan Kwandang. maka pemerintah daerah memberikan bantuan berupa pupuk lebih banyak kepada masing-masing kelompok tani. namun sering tidak mencukupi bahkan merusak tanaman. Potensi lain yang dimiliki oleh desa Ombulodata yaitu, apabila diamati daerah sekitar desa Ombulodata, ketersediaan lahan dengan tanaman buah, cabe dan tomat yang tersedia cukup banyak (BPS Kabupaten Gorut, 2021).

Tujuan dilaksanakan penyuluhan adalah untuk meningkatkan pengetahuan masyarakat Ombulodata mengenai pengolahan limbah cangkang telur dan teknologi tepat guna yang digunakan sebagai organik cair bagi tanaman jenis sayuran ataupun buah-buahan. Manfaat penyuluhan adalah untuk memberikan keterampilan kepada masyarakat agar dapat mengolah limbah cangkang telur menjadi pupuk organik cair, sehingga dapat meminimalkan pencemaran lingkungan dan membantu perekonomian masyarakat.

METODE PELAKSANAAN

Pembuatan pupuk organik cair

Proses pemantapan pembuatan pupuk organik dilakukan di Aula Kantor Desa Ombulodata. Kegiatan ini dimulai dengan melakukan observasi pada tumpukan limbah cangkang telur yang ada di Pasar tradisional Molingkapoto, Tumpukan juga berasal dari sampah rumah makan yang dibuang begitu saja. Kemudian didiskusikan untuk mencari solusi pemanfaatan limbah cangkang telur.

Setelah diketahui kandungan, manfaat serta cara pengolahan cangkang telur, akhirnya dilakukan percobaan membuat pupuk organik cair. Pupuk organik cair diolah dengan metode fermentasi.

Tahap kegiatan pembuatan POC merujuk pada Subandriyo *et al.* (2012) yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Cangkang telur dibersihkan dengan cara dicuci terlebih dahulu, lalu dijemur hingga kering. Selanjutnya, cangkang telur disangrai agar kering sempurna. Cangkang telur yang telah kering dihaluskan dengan menggunakan alat penghalus. Kemudian cangkang telur yang sudah halus diayak, ditimbang sebanyak 1 kg, dan dimasukkan ke dalam baskom.
2. Gula merah dilarutkan dengan air panas sebanyak 50 mL dan dimasukkan ke dalam baskom.
3. EM4 ditambahkan air dengan perbandingan 1: 9 (EM4 sebanyak 50 mL dan air sebanyak 450 mL). Larutan EM4 dimasukkan ke dalam baskom.
4. Semua bahan yang ada di dalam baskom diaduk hingga homogen.
5. Larutan dimasukkan ke dalam botol dan ditutup rapat, lalu difermentasi hingga 10 hari pada suhu 40°C.
6. Setelah 14 hari, pupuk organik cair dimasukkan ke dalam botol kemasan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemanfaatan limbah cangkang telur dalam pembuatan pupuk organik merupakan salah satu upaya dalam meningkatkan wawasan pemikiran masyarakat dalam pengolahan limbah menggunakan teknologi tepat guna. Bertambahnya ilmu dan keterampilan masyarakat di desa Ombulodata diharapkan menjadi solusi dalam pemberdayaan masyarakat desa untuk mengolah dan peka terhadap masalah yang terjadi di lingkungan desa khususnya untuk kebersihan lingkungan sekitar seperti halnya mengatasi tumpukan limbah cangkang telur.

Hasil yang diperoleh dalam 1 kg limbah cangkang telur kering dengan penambahan 50 mL EM4 dan 450 mL molases serta difermentasi selama 14 hari adalah 500 mL POC. Pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai bahan baku pupuk organik merupakan wujud nyata kepedulian masyarakat mengurangi pencemaran lingkungan, seperti halnya Suhastyo & Raditya (2021) bahwa cangkang telur adalah sampah rumah tangga yang belum dapat digunakan secara optimal. Kandungan kalsium karbonat yang terdapat pada cangkang telur merupakan kandungan nutrisi yang bagus jika dibuat menjadi pupuk organik. Sebagai POC yang mengandung kadar kalsium yang tinggi sangat baik digunakan untuk menetralkan kadar keasaman tanah.

Rencana Keberlanjutan Program

Kelanjutan program dapat dilakukan apabila program pengolahan limbah secara intensif dapat dipertahankan dan berjalan dengan konsisten. Adapun rencana kelanjutan program yang dapat dilakukan yaitu membuat produksi pupuk organik baik padat maupun cair. Produksi pupuk sementara dapat dimanfaatkan untuk memupuk tanaman pertanian yang dimiliki oleh petani. Pemakaian pupuk ini dapat mengurangi biaya pembelian pupuk kimia sehingga dapat meringankan beban produksi. Apabila jumlah pupuk yang dihasilkan sudah dalam jumlah besar maka pupuk organik yang dihasilkan dapat dijual dan hasil penjualannya dapat dijadikan pendapatan tambahan bagi petani

Tabel 1. Uraian pekerjaan, program, dan Jam Kerja Efektif Mahasiswa selama 60 hari di lokasi KKS-Pengabdian

No	Nama Program	Pekerjaan	JKEM/ orang/ Hari	Lama Kegiatan (hari)	Jumlah Mahasiswa (orang)	JKEM
1	Pelatihan Pengenalan dan Pengelompokkan Limbah	Memberikan materi tentang: ■ Jenis-jenis Limbah ■ Cara Memilah Limbah ■ Cara Mengolah Limbah	4.8	1	30	144
2	Pengumpulan Limbah Rumah Tangga	■ Mengidentifikasi titik pembuangan limbah, ■ Melakukan pengumpulan limbah, ■ Memisahkan Limbah Organi dan An- organik, ■ Melakukan pemisahan limbah cangkang telur	4.8	7	30	1008
3	Pengolahan Limbah Cangkang Telur	■ Mengumpulkan cangkang telur ■ Membersihkan dan mengeringkan cangkang telur ■ Mengolah menjadi tepung dengan cara di tumbuk atau di giling	4.8	21	30	3024
4	Pembuatan Pupuk Organik dengan bahan dasar tepung cangkang telur.	■ Melakukan fermentasi selama 14 hari. ■ Melakukan uji coba pada tanaman .	4.8	31	30	4464
Total				60		8640

Kegiatan pemanfaatan limbah cangkang telur menjadi pupuk organik di Kecamatan Kwandang pasca kegiatan KKS-Pengabdian perlu tetap dijaga dan dipertahankan sebagai salah satu metode untuk mencegah terjadinya banjir dan erosi tanah serta menjaga ketersediaan pupuk sepanjang waktu. Pupuk sangat dibutuhkan oleh petani untuk meningkatkan hasil pertanian, maupun perkebunan. Dalam Industri pertanian pupuk terdapat dua macam, diantaranya pupuk alami dan pupuk buatan. Pupuk alami dapat dibuat dari bahan – bahan organik, seperti sampah, jerami dan kotoran hewan. Sedangkan pupuk buatan dibuat secara sintesis, dan menurut hasil penelitian pupuk buatan lebih baik mutunya jika dibandingkan dengan pupuk alami. (Benjamin, 1960). Unsur hara kalsium dalam pupuk organik dari limbah cangkang telur berpengaruh pada pembentukan bintil akar, berperan dalam hidrolisis ATP dan fosfolipida, merupakan ko-faktor beberapa enzim. Gejala kekurangan unsur hara kalsium antara lain pucuk daun agak putih, menggulung, keriting atau salah bentuk, dan perakaran tidak normal. (www.tortoisetrust.org/articles/calcium.htm, 2009)

Pada umumnya pupuk organik menggunakan dedaunan, jerami, alang-alang, rumputan, dedak padi, batang jagung atau kotoran hewan seiring pesatnya penggunaan telur dalam industri rumah tangga maka limbah cangkang telurpun bertambah banyak, ternyata cangkang telur yang selama ini hanya menjadi limbah, juga dapat dimanfaatkan untuk pembuatan pupuk organik berkalsium tinggi karena dalam cangkang telur mayoritas mengandung kalsium yang cukup banyak. (Mountey, 1966) Cangkang telur merupakan lapisan luar dari telur yang berfungsi melindungi semua bagian telur dari luka atau

kerusakan. Cangkang telur merupakan bagian yang sangat penting terutama sebagai pelindung dari isi telur. Cangkang telur tersusun oleh bahan anorganik 95.1%, protein 3.3%, dan air 1.6%. Namun, komposisi ini dapat berbeda-beda pada setiap spesies unggas (Darmono 1995).



Penyuluhan Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur

Cangkang telur merupakan limbah dapur yang berpotensi untuk dimanfaatkan. Sejauh ini limbah kulit telur belum dimanfaatkan secara optimal. Cangkang kulit telur tersebut hanya digunakan sebagai produk kerajinan tangan. Padahal 97% kandungan kalsium pada kulit telur berpotensi sebagai bahan tambahan yang diekstrak untuk mineral pangan. Melalui suplemen tambahan pada makanan ini lah limbah cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku untuk industri makanan yang ramah lingkungan (Budi 2008).

Potensi Limbah Cangkang Telur

Potensi limbah hasil penetasan dapat dianggap sangat menjanjikan. Jika berat cangkang telur kira-kira 4-5% dari berat telur, maka dari setiap 1000 telur (+60.000 g) dapat diperoleh kira-kira 2.400-3.000 g cangkang telur. Apabila ditambah dengan telur yang tidak menetas (steril), maka tentunya potensi ekonomi limbah ini akan sangat menjanjikan. Selama ini potensi limbah cangkang telur di Indonesia cukup besar, namun potensi tersebut hingga saat ini belum sepenuhnya dimanfaatkan secara optimal khususnya sebagai pakan unggas. Pemanfaatan cangkang telur masih lebih dominan sebagai bahan baku untuk membuat kerajinan hias. Masih kurangnya upaya masyarakat untuk memanfaatkan limbah ini, disebabkan karena sejauh ini limbah tersebut sangat mudah terkontaminasi oleh mikroorganisme.

Pupuk Organik

Pupuk organik adalah pupuk yang tersusun dari materi makhluk hidup, seperti pelapukan sisa-sisa tanaman, hewan, dan manusia. Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Pupuk organik mengandung banyak bahan organik daripada kadar haranya. Sumber bahan organik dapat berupa kompos, pupuk hijau, pupuk kandang, sisa panen (jerami, brangkasan, tongkol jagung, bagas tebu, dan sabut kelapa), limbah ternak, limbah industri yang menggunakan bahan pertanian, dan limbah kota (sampah).

Pupuk organik merupakan pupuk yang sebagian atau seluruhnya berasal dari hewan maupun tumbuhan yang berfungsi sebagai penyuplai unsur hara tanah sehingga dapat memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah menjadi lebih baik (Nurhidayati, dkk., 2008). Pupuk organik dapat memperbaiki sifat fisik tanah karena pembentukan agregat yang lebih stabil, memperbaiki aerasi dan drainase tanah, dapat mengurangi erosi karena infiltrasi air hujan berlangsung baik serta kemampuan tanah menahan air meningkat.

Pupuk organik dapat memperbaiki sifat kimia tanah karena dapat meningkatkan unsur hara tanah baik makro maupun mikro, meningkatkan efisiensi pengambilan unsur hara, meningkatkan kapasitas tukar kation, dan dapat menetralkan sifat racun Al dan Fe. Pupuk organik juga dapat memperbaiki sifat biologi tanah karena pupuk organik menjadi sumber energi bagi jasad renik/mikroba tanah yang mampu melepaskan hara bagi tanaman. Pupuk dapat dibedakan menjadi dua berdasarkan bentuk fisiknya, yaitu padat dan cair. Bentuk ongkolan, remahan, butiran atau kristal merupakan bentuk pupuk padat, sedangkan pupuk cair biasanya dibuat dalam bentuk konsentrat atau cairan. Berdasarkan asalnya, pupuk organik dapat dibagi menjadi tiga, yaitu pupuk kandang (kotoran hewan), pupuk kompos (bagian tanaman yang telah lapuk), pupuk hijau (bagian tanaman yang masih hijau) (Nurhidayati, dkk., 2008).

Pupuk kompos merupakan pupuk yang berasal dari sisa-sisa tanaman yang dibusukkan/fermentasi, pupuk ini berfungsi sebagai pemberi unsur-unsur hara tanah yang dapat memperbaiki struktur tanah. Pupuk hijau merupakan pupuk yang berasal dari bagian-bagian tanaman yang masih hijau dimana pupuk ini mempunyai perimbangan C/N yang rendah dan dapat terurai cepat. Pupuk ini dapat menjadi penambah unsur mikro (terutama nitrogen).

KESIMPULAN

Pembuatan pupuk organik dengan memanfaatkan limbah rumah tangga disekitar kita memberikan nilai lebih demi kesehatan lingkungan disekitar atau di daerah kita, gar kegiatan pemanfaatan limbah menjadi pupuk organik ini dapat dilanjutkan maka dukungan dari pemerintah desa melalui penganggaran dana desa sangat dibutuhkan. Beberapa program lanjutan dapat juga diusulkan melalui hibah dikti dengan menggunakan skim IBM maupun skm lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Pihak LP2M yang telah memberikan dan mempercayakan pada tim kami untuk melaksanakan pengabdian dalam bentuk KKN-T pada tahun ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriani, V. (2020). Aplikasi pupuk organik cair *Gracilaria gigas*, cangkang telur dan kulit pisang terhadap pertumbuhan dan produksi sawi caisim (*Brassica juncea* L.). *Teknosains*, 14(2), 219–225 <https://doi.org/10.24252/teknosains.v14i2.15257>
- Brun, L. R., Lupo, M., Delorenzi, D. A., Di Loreto, V. E., & Rigalli, A. (2013). Chicken eggshell as suitable calcium source at home. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 64(6), 740–743. <https://doi.org/10.3109/09637486.2013.787399>
- Fan, Y. Van, Lee, C. T., Klemeš, J. J., Chua, L. S., Sarmidi, M. R., & Leow, C. W. (2017). Evaluation of effective microorganisms on home scale organic waste composting. *Journal of Environmental Management*, 216, 41-48. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.04.019>
- Dako, S., Laya, N. K., Ischak, N. I., Yusuf, F. M., Djafar, F. H., & Daima, S. (2020). Implementasi konservasi kelelawar berkelanjutan di desa Olibu Provinsi Gorontalo. *Jurnal Abdi Insani*, 7(1), 9-13.
- Dako, S., Laya, N. K., Ischak, N. I., & Yusuf, F. M. (2021). Mist Net Dan Teknik Penangkapan Kelelawar. *Dharmakarya*, 10(1), 62-66
- Dako, S., Laya, N. K., Ischak, N. I., Fathan, S., & Datau, F. (2021). Pengelolaan Konservasi Kelelawar Dimasa Pandemi Covid 19. *Jurnal Abdi Insani*, 8(2), 216-222.
- Gani, A., Widiyanti, S., & Sulastri, S. (2021). Analisis kandungan unsur hara makro dan mikro pada pupuk kompos campuran kulit pisang dan cangkang telur ayam. *Jurnal Kimia Riset*, 6(1), 8-19. <https://doi.org/10.20473/jkr.v6i1.22984>
- Kusumaningtyas, R. D., Erfan, M. S., & Hartanto, D. (2015). Pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah industri bioetanol (vinasse) melalui proses fermentasi berbantuan promoting microbes. *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*, 1, 82–86.
- Laya, N. K., Dako, S., Datau, F., Fathan, S., Sampow, S., & Baderan, I. (2021). Penerapan Pengawasan Konservasi Satwa Kelelawar Secara Mandiri. *Jurnal Sibermas (Sinergi Pemberdayaan Masyarakat)*, 10(3), 607-618.

- Laya, N. K., Rachman, A. B., Datau, F., & Fathan, S. (2022). PENERAPAN INSEMINASI BUATAN PADA TERNAK SAPI. *Jambura Journal of Husbandry and Agriculture Community Serve (JJHCS)*, 1(2).
- Ischak, N. I. (2021). Guano Dan Pupuk Organik Cair Bagi Masyarakat Desa Olibu. *Jambura Journal of Husbandry and Agriculture Community Serve (JJHCS)*, 1(1).
- Machrodania, Yuliani, & Ratnasari, E. (2015). Pemanfaatan pupuk organik cair berbahan baku kulit pisang, kulit telur dan PRIMA: *Journal of Community Empowering and Services Vol 5(2)*, 2021 e-ISSN 2579-5074 160 Copyright © 2021 PRIMA: *Journal of Community Empowering and Services*
- Noviansyah, B., & Chalimah, S. (2015). Aplikasi pupuk organik dari campuran limbah cangkang telur dan vetsin dengan penambahan rendaman kulit bawang merah terhadap pertumbuhan tanaman cabai merah keriting (*Capsicum annum L.*) var. Longum. *Bioeksperimen: Jurnal Penelitian Biologi*, 1(1), 43–48.
- Nur, T., Noor, A. R., & Elma, M. (2016). Pembuatan pupuk organik cair dari sampah organik rumah tangga dengan bioaktivator EM4 (effective microorganisms). *Konversi*, 5(2), 44-51. <https://doi.org/10.20527/k.v5i2.4766>
- Rahmadina, R., & Tambunan, E. P. S. (2017). Pemanfaatan limbah cangkang telur, kulit bawang dan daun kering melalui proses sains dan teknologi ebagai alternatif penghasil produk yang ramah lingkungan. *Klorofil: Jurnal Ilmu Biologi dan Terapan*, 1(1), 48–55.
- Saenab, S., Al Muhdar, M, H, I., Rohman, F., & Arifin, A. N. (2018). Pemanfaatan limbah cair industri tahu sebagai pupuk organik cair (POC) guna mendukung program lorong garden (Longgar) Kota Makassar. *Prosiding Seminar Nasional Megabiodiversitas Indonesia*, 4(1), 31–38.
- Simanjuntak, D., Damanik, M. M. B., & Sitorus, B. (2016). Pengaruh tepung cangkang telur dan pupuk kandang ayam terhadap pH, ketersediaan hara P dan Ca tanah inseptisol dan serapan P dan Ca pada tanaman jagung (*Zea mays L.*). *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 4(3), 2139-2145.