

10. pengolahan limbah ternak sapi.pdf



Document Details

Submission ID

trn:oid:::3618:97778669

Submission Date

May 26, 2025, 2:27 PM GMT+7

Download Date

May 26, 2025, 2:33 PM GMT+7

File Name

10. pengolahan limbah ternak sapi.pdf

File Size

594.4 KB

9 Pages**2,723 Words****16,591 Characters**

18% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text
- Cited Text

Exclusions

- 2 Excluded Sources

Top Sources

- 18%  Internet sources
- 7%  Publications
- 11%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 18% Internet sources
- 7% Publications
- 11% Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	Submitted works	
	Ciputra University on 2021-10-15	3%
2	Internet	
	eprints.ums.ac.id	2%
3	Internet	
	repository.unej.ac.id	2%
4	Internet	
	ejournal2.undip.ac.id	2%
5	Internet	
	123dok.com	1%
6	Internet	
	ejournal.unuja.ac.id	1%
7	Internet	
	www.scribd.com	<1%
8	Internet	
	kalsel.litbang.pertanian.go.id	<1%
9	Publication	
	Moh.Andi Fikri, Muhardi Muhardi. "PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI BIO-URI...	<1%
10	Internet	
	ijireeice.com	<1%
11	Internet	
	jurnal.faperta-unras.ac.id	<1%

12	Internet	journal.ipb.ac.id	<1%
13	Internet	ejournal.iaida.ac.id	<1%
14	Internet	journal.widyamanggala.ac.id	<1%
15	Publication	Tri Hastini, Muhammad Uzzaironi, Wahyudiyanto Wahyudiyanto, Iftitah Juliarti, A...	<1%
16	Internet	gudangcontohlaporan.blogspot.com	<1%
17	Internet	journal.universitaspahlawan.ac.id	<1%
18	Internet	xxxbukuharian.wordpress.com	<1%
19	Internet	zombiedoc.com	<1%



JURNAL DINAMIKA PENGABDIAN

VOLUME 8 NOMOR 1, EDISI OKTOBER 2022

p-ISSN: 2460-8173, e-ISSN: 2528-3219

Jurnal terakreditasi nasional, SK No. 14/E/KPT/2019

Website: <https://journal.unhas.ac.id/index.php/jdp/index>



PENGOLAHAN LIMBAH TERNAK SAPI MENJADI BIORETENSI DAN BIOURIN BERBASIS CARBONTECH PADA KELOMPOK TANI TERNAK PADAIDI DI KABUPATEN SIDRAP

Sukmawati^{*1)}, Rasbawati¹⁾, dan Rahmawati²⁾

*e-mail: sukmakuuh76@gmail.com.

¹⁾ Fakultas Pertanian, Peternakan dan Perikanan, Universitas Muhammadiyah Parepare.

²⁾ Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Parepare.

Diserahkan tanggal 11 Oktober 2022, disetujui tanggal 22 Oktober 2022

ABSTRAK

Permasalahan prioritas yang dihadapi oleh Kelompok tani ternak Padaidi adalah pengolahan limbah ternak dan sanitasi kandang sapi. Tujuan kegiatan ini adalah mengolah limbah ternak sapi menjadi produk yang bernilai ekonomi. Solusi yang ditawarkan adalah pengolahan limbah ternak melalui implementasi teknologi *carbontech* dan fermentasi urin serta pengelolaan kandang untuk meningkatkan sanitasi. Selain itu juga dilakukan transfer teknologi terkait teknik pengemasan dan cara membangun jejaring pemasaran produk untuk mendapatkan informasi dan meningkatkan pengetahuan, keterampilan kerja dan kompetensi mitra agar mampu mengadopsi teknologi yang ditawarkan. Metode yang dilakukan terdiri dari penyuluhan, pelatihan dan implementasi redesain lantai kandang, perancangan alat karbonisasi, dan perakitan instalasi fermentasi biourin. Analisis kimia dilakukan pada sampel produk biochar dan biourin. Selain itu juga dilakukan pelatihan pengemasan produk biochar dan biourin. Produk yang dihasilkan pada kegiatan ini adalah biochar sebagai bioretensi dari feses sapi dengan persentase fraksi kelembaban 8.78%, kadar abu 39.89%, zat volatil 27.61%, dan karbon tetap 23,72%. Produk lain yang dihasilkan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah pupuk cair berupa biourin dari urin sapi.

Kata kunci: *Karbonisasi, Fermentasi, Biochar, Biourin, Pemasaran.*

ABSTRACT

The main problems faced by the Padaidi cattle farmer group are the processing of livestock waste and the sanitation of the cow drum. The purpose of this activity is to process cattle waste into products that have economic value. The solutions offered are livestock waste treatment through the implementation of carbontech technology and urine fermentation as well as cage management to improve sanitation. In addition, technology transfers related to packaging techniques and how to build product marketing networks are also carried out to obtain information and improve the knowledge, work skills and competencies of partners so that they are able to adopt the technology offered. The method used consisted of counseling, training and implementation of cage floor redesign, design of carbonization equipment, and assembly of biourin fermentation installations. Chemical analysis was carried out on samples of biochar and biourin products. In addition, training on packaging of biochar and biourin products was also conducted. The product produced in this activity is biochar as bioretention from cow feces

2

Sukmawati,Rasbawati,dan Rahmawati: *Pengolahan Limbah Ternak Sapi Menjadi Bioretensi dan Biourin Berbasis Carbontech pada Kelompok Tani Ternak Padaidi di Kabupaten Sidrap.*

with a percentage of moisture fraction 8.78%, ash content 39.89%, volatile substances 27.61%, and fixed carbon 23.72%. Other products produced in this community service activity are liquid fertilizer in the form of biourin and cow urine.

Keywords: Carbonization, Fermentation, Biochar, Biourin, Marketing.

PENDAHULUAN

Desa Tanete Kecamatan Maritengngae merupakan sentra pengembangan sapi potong di Kabupaten Sidrap. Petani ternak di desa ini membentuk Kelompok Usaha Ternak Padaidi pada tanggal 19 Agustus 2008, dengan anggota sebanyak 15 peternak dan jumlah ternak sebanyak 35 ekor. Kelompok ini memiliki usaha pokok penggemukan sapi potong yang dibudidayakan secara intensif dengan system perkandangan pada lokasi usaha seluas 1 ha. Kelompok tani ternak Padaidi hanya melakukan budidaya penggemukan sapi, namun belum disertai dengan pengolahan limbah peternakan sehingga mempengaruhi sanitasi lingkungan, baik pada lingkungan kandang maupun lingkungan pemukiman di sekitarnya. Limbah ternak seperti feces dan urin hanya dibuang atau dipergunakan langsung di kebun milik petani tanpa pengolahan.

Pengelolaan limbah ternak menjadi alat penting untuk mereduksi penggunaan pupuk kimia dalam meningkatkan produksi pertanian. Mengumpulkan dan mengolah limbah ternak menjadi impilkasi yang sangat penting terhadap pemanfaatan sumber daya untuk meningkatkan produktivitas pertanian sekaligus menjaga kualitas lingkungan. Limbah ternak selain mengurangi kualitas ling-

kungan ternak juga meingkatkan polutan dan patogen (Sukamta et al., 2017). Padahal limbah tersebut memiliki kandungan hara yang tinggi. Di sisi lain, mengolah limbah ternak dapat mengurangi pencucian nitrogen maupun fosfat untuk masuk ke badan air dan mencemari air sungai maupun air tanah, sehingga mengurangi dampak negatif terhadap kualitas air tanah. Padahal menurut Ilhamiyah et al., (2021), urin ternak mengandung mengandung unsur yang lengkap yaitu nitrogen, fosfor, dan kalium dan unsur mikro yang lain yang bermanfaat untuk tanaman, apabila diolah menjadi biourin. Selain itu residu ternak sapi seperti feces yang diolah menadi biochar mempengaruhi pertumbuhan tanaman kacang-kacangan (Zaitun et al., 2020).

Limbah ternak yang diolah menjadi biochar mampu meningkatkan retensi air dan adsorpsi unsur hara tanah (Rehman et al., 2020). Pengaruhnya terlihat pada pertumbuhan tanaman kedelai pada tanah alfisol (Supriyadi et al., 2022). Bahkan aplikasi biochar kotoran sapi dan kotoran sapi sebagai pembenah tanah untuk mengurangi ketersediaan dan akumulasi kadmium oleh *Brassica chinensis* L. di tanah merah masam (Kiran et al., 2017).

8

Oleh karena itu diseminasi teknologi pengolahan limbah sangat diperlukan untuk mengolah limbah ternak menjadi pupuk dan pembenah tanah bernutrisi tinggi. Sekaligus menyelesaikan permasalahan limbah peternakan yakni sanitasi lingkungan kandang dan pencemaran lingkungan.

METODE PELAKSANAAN

A. Redisain Kandang Sapi

Redisain lantai kandang bertujuan untuk memisahkan limbah padat dan limbah cair sekaligus sanitasi lingkungan kandang. Lantai kandang akan di disain ulang dan dilakukan perombakan elevasi lantai serta membuat jalur pengaliran urin sapi ke penampungan urin.

B. Pembuatan Biochar sebagai bioretensi dari limbah padat ternak sapi.

Tahapan ini diawali dengan perancangan alat karbonisasi (pirolisis) dengan menggunakan drum berdasarkan metode yang sudah dilakukan sebelumnya oleh tim (Sukmawati, 2020). Limbah padat feces sapi diolah menjadi biochar dengan metode karbonisasi (Qibtiyah & Pudyartono, 2017; Gunamantha & Widana, 2018). Biochar yang dihasilkan dikarakterisasi sesuai standar melalui analisis kimia pada laboratorium yang terakreditasi (Sukmawati et al., 2020). Kegiatan perakitan alat karbonisasi dan pembuatan biochar dilakukan pada lokasi mitra bersama dengan anggota kelompok mitra untuk memudahkan alih teknologi.

C. Pembuatan Biourin dari limbah cair ternak sapi.

Perakitan instalasi fermentasi biourin mengadopsi metode dari Triyanto (Triyanto, 2019). Urin sapi dialirkan langsung dari kandang menuju ke drum penampungan. Selanjutnya dimasukkan ke dalam instalasi fermentasi. Pembuatan biorin dilakukan dengan mencampur empon-empon yang memiliki kandungan nitrogen, bioaktivator untuk meningkatkan kandungan hara dan mempercepat proses fermentasi, molases ditambahkan sebagai sumber karbon. Selanjutnya dilakukan penyaringan dan aerase hingga menjadi produk biourin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Redisain Kandang Sapi

Pada kegiatan ini perbaikan lantai kandang sapi diutamakan pada kandang sapi jantan. Hal ini dilakukan untuk menampung urin sapi. Lantai kandang ditinggikan dengan elevasi tertentu sehingga memiliki kemiringan yang berbeda. Selanjutnya dibuatkan saluran urin menuju bak penampungan (Gambar 1).

Penataan kembali lantai kandang sapi dilakukan dengan mengatur elevasi yang bertujuan untuk memisahkan limbah padat dan limbah cair. Hal ini memudahkan membersihkan lantai kandang. Selain itu pemisahan limbah cair dan limbah padat berguna untuk memudahkan penyediaan bahan baku untuk pembuatan pupuk padat dan pupuk cair.

2

Sukmawati,Rasbawati,dan Rahmawati: *Pengolahan Limbah Ternak Sapi Menjadi Bioretensi dan Biourin Berbasis Carbontech pada Kelompok Tani Ternak Padaidi di Kabupaten Sidrap.*



Gambar 1. Redisain lantai kandang sapi.



Gambar 2. Pembersihan feses sapi.

3

Sanitasi kandang sapi memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kesehatan hewan ternak dan peternak sapi (Gambar 2). Sanitasi kandang sapi yang buruk juga dapat meningkatkan risiko terjadinya keluhan kesehatan yang mempengaruhi kesehatan hewan ternak dan kualitas produk yang dihasilkan (Ardi et al., 2021).

3

18

7

B. Pembuatan biochar sebagai bioretensi dari limbah padat ternak sapi

Biochar dibuat dari feses sapi yang dipanaskan dengan menggunakan teknik pirolisis

minim oksigen. Proses ini bertujuan untuk mengolah feses sapi menjadi bahan pembenah tanah sekaligus untuk menjaga kebersihan kandang. Pembuatan biochar diawali dengan proses pengeringan, pembakaran dengan suhu tinggi, pendinginan, penepungan dan pengemasan (Gambar 3).

Limbah ternak sapi merupakan biomassa potensial yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biochar. Menurut Adijaya & Yasa, (2012), rata-rata limbah padat segar dan urin yang dihasilkan selama

Jurnal Dinamika Pengabdian Vol. 8 No. 1 Oktober 2022

*p-ISSN: 2460-8173
e-ISSN: 2528-3219*

periode penggemukan yakni 14,87 kg feses dan 5,94 liter urin perhari.

Penambahan kotoran sapi mengurangi mobilitas dan penyerapan logam berat di

tanah dan tanaman (Pichtel & Bradway, 2008). Kotoran sapi kaya akan bahan organik dan mengandung nutrisi penting untuk produksi tanaman.



Gambar 3. Proses pembuatan biochar dari limbah feses sapi.

Penggunaan kotoran sapi sebagai sumber pupuk adalah praktik yang sangat umum. Oleh karena itu, telah banyak digunakan sebagai amandemen alami untuk meningkatkan kesuburan tanah dan meningkatkan hasil panen. Karena nilai nutrisinya yang tinggi, biochar yang berasal dari pupuk mengandung nutrisi tanaman yang esensial

dan kapasitas tukar kation (KTK) yang lebih tinggi daripada biochar yang berasal dari tanaman (Kiran et al., 2017). Selain itu biochar mengandung fraksi abu, zat volatil dan karbon tetap yang sangat berpengaruh terhadap pH, KTK dan ketersediaan nutrisi (Tabel 1).

Tabel 1. Persentase fraksi biochar feses sapi.

Jenis Fraksi	Persentase (%)
Kelembaban	8,78
Kadar Abu	39,89
Zat Volatil	27.61
Karbon tetap	23,72

Kadar air yang terkandung dalam biomassa berpengaruh terhadap struktur biochar (Kloss et al. 2012; Sun et al. 2014). Kandungan karbon yang tinggi disebabkan akan kondensasi karbon dalam biochar (Lehmann

& Joseph, 2009). Perbedaan kandungan karbon tetap biochar tergantung pada kadar abu dan biomassa itu sendiri (Tag et al., 2016). Kandungan lignin dilaporkan mampu mempromosikan karbonisasi dan meningkat-

Sukmawati, Rasbawati, dan Rahmawati: *Pengolahan Limbah Ternak Sapi Menjadi Bioretensi dan Biourin Berbasis Carbontech pada Kelompok Tani Ternak Padaidi di Kabupaten Sidrap.*

kan kandungan karbon biochar dan kadar abu (Sohi et al. 2010). Kandungan abu yang tinggi menunjukkan kandungan nutrisi yang tinggi pada biochar (Domingues et al., 2017).

Biochar sangat penting karena perannya dalam meningkatkan kualitas tanah dan pertumbuhan tanaman sambil menyerap karbon dalam tanah dan memberikan manfaat lingkungan lainnya (Rehman et al., 2020). Hal ini disebabkan biochar dapat meningkatkan sirkulasi udara dan air dalam tanah, meningkatkan kapasitas retensi air tanah dan struktur tanah, serta mengikat N, Ca, K, Mg (Zaitun et al., 2020).

C. Pembuatan Biourin dari limbah cair ternak sapi.

Urin yang dihasilkan seekor induk sapi dengan berat 225-250 kg adalah 5,94 liter per hari (Adijaya & Yasa, 2012). Dengan demikian untuk fermentasi urin dengan metode yang dilakukan pada kegiatan ini dapat dilakukan setiap 20 hari untuk 1 ekor sapi. Dapat diasumsikan bahwa selamat perternakan sapi beroperasi, maka potensi

pembuatan biourin akan berlanjut. Mengingat jumlah ekor sapi yang dimiliki oleh kelompok tani ternak Padaidi cukup banyak yakni mencapai 35 ekor sapi limosin. Dengan asumsi produksi urin 6 liter perhari, maka tersedia 210 liter bahan baku biourin setiap hari.

Pada kegiatan ini pengolahan urin menjadi biourin dilakukan dengan metode fermentasi selama 21 hari (Gambar 4). Urin sapi dapat dimanfaatkan sebagai pupuk biourin dengan cara menginkubasinya terlebih dahulu hingga terdekomposisi (Nuraini & Asgianingrum, 2017). Untuk menambah hara, maka urin sapi ditambahkan dengan air cucian beras. Air cucian beras mengandung protein glutelin dan vitamin B1 yang berpotensi sebagai pupuk organik. Masa inkubasi adalah proses dekomposisi senyawa-senyawa kompleks pada air cucian beras menjadi senyawa sederhana yang dapat dimanfaatkan sebagai pupuk bagi tanaman (Wijiyanti et al., 2019).



Gambar 4. Pembuatan biourin dengan sistem fermentasi.

Selain itu dilakukan penambahan empon-empon seperti lengkuas, temulawak, jahe, kunyit, kencur dan serei untuk menghilangkan bau dan menjadi pestisida nabati. Untuk menghilangkan bau urin pada proses pembuatan biourin sapi, dapat ditambahkan dengan lengkuas, kencur, kunyit, temulawak dan jahe. Minyak atsiri yang terkandung

dalam empon-empon dapat menetralkan bau urin sapi (Gambar 5). Selain itu kandungan eugenol dalam minyak atsiri berfungsi sebagai anti mikroba sehingga mengurangi jumlah mikroba anaerob dalam proses fermentasi sehingga mengurangi bau (Nuraini & Asgianingrum, 2017).



Gambar 5. Jenis empon-empon dan pencacahannya sebagai bahan penambahan Biourin.

SIMPULAN

Pembuatan biochar dan biourin mendapat respon positif dari kelompok tani ternak Padaidi di Kabupaten Sidrap karena selain meningkatkan nilai ekonomis limbah ternak, juga dapat menjadi solusi sanitasi kandang, yang mempengaruhi kualitas ternak. Selain itu mereka berharap kegiatan ini berkesinambungan dan menjadi mitra potensial berbagai kegiatan tridharma perguruan tinggi di kalangan dosen Universitas Muhammadiyah Parepare.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya diberikan kepada Direktorat Riset, Teknologi, dan Pengabdian Kepada Masyarakat (DRTPM) Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia, yang telah mendanai kegiatan Program Kemitraan Masyarakat ini, serta Kelompok tani Ternak Padaidi Kecamatan Maritengngai Kabupaten Sidrap dan juga Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Muhammadiyah Parepare.

Sukmawati, Rasbawati, dan Rahmawati: *Pengolahan Limbah Ternak Sapi Menjadi Bioretensi dan Biourin Berbasis Carbontech pada Kelompok Tani Ternak Padaidi di Kabupaten Sidrap.*

DAFTAR PUSTAKA

- Adijaya, I. N., & Yasa, I. M. R. (2012). *Hubungan konsumsi pakan dengan potensi limbah pada sapi bali untuk pupuk organik padat dan cair.* 2010.
- Ardi, A. G. N., Triyanto, B., & Widiyanto, T. (2021). Hubungan sanitasi kandang dengan kepadatan lalat di kecamatan sokaraja. *Buletin Keslingmas*, 40(1), 22–26.
- Gunamantha, I. M., & Widana, G. A. B. (2018). Characterization the potential of biochar from cow and pig manure for geoecology application. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 131(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/131/1/012055>
- Ilhamiyah, Kinardi, A. J., Yanto, A., & Gazali, A. (2021). Pemanfaatan limbah urin sapi sebagai pupuk organik cair. *Al-Ikhlash*, 7, 114–123.
- Kiran, Y. K., Barkat, A., Xiao-qiang, C. U. I., Ying, F., Feng-shan, P. A. N., & Lin, T. (2017). Cow manure and cow manure-derived biochar application as a soil amendment for reducing cadmium availability and accumulation by *Brassica chinensis* L. in acidic red soil. *Journal of Integrative Agriculture*, 16(3), 725–734. [https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(16\)61488-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(16)61488-0)
- Nuraini, Y., & Asgianingrum, R. E. (2017). *Peningkatan Kualitas Biourin Sapi dengan Penambahan Pupuk Hayati dan Molase serta Pengaruhnya terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Pakchoy.* 8(3), 183–191.
- Qibtiyah, M., & Pudyartono. (2017). Study kind of biochar and biourine concentrations on growth and production of rice plants (*Oryza sativa* L.). *Study Kind of Biochar and Biourine Concentrations on Growth and Production of Rice Plants (Oryza Sativa L.)*, 15(1), 1–8. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/>
- Rehman, A., Nawaz, S., Alghamdi, H. A., Alrumman, S., & Nawaz, M. Z. (2020). Effects of manure-based biochar on uptake of nutrients and water holding capacity of different types of soils. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 100036. <https://doi.org/10.1016/j.csee.2020.100036>
- Sukamta, Shomad, M. A., & Wisnujati, A. (2017). *Pengelolaan Limbah Ternak Sapi Menjadi Pupuk Organik Komersial di Dusun Kalipucang, Bangunjiwo, Bantul, Yogyakarta.* *Berdikari*, 5(1), 1–10.
- Sukmawati. (2020). Promising Organic Ingredients from Corncob Biochar, Oil Palm Shells and Empty Fruit Bunches Based on Chemical Properties. *J. Agroplantae*, 9(2), 82–94. <https://ppnp.e-journal.id/agro/article/view/223>
- Sukmawati, Ala, A., Patandjengi, B., & Gusli, S. (2020). The Physicochemical Properties of Agricultural Waste Inoculated with Alginat-Producing Bacteria: Structural Modification for Biochar as A Soil Amandement Formula. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, 21, 87–101. <https://www.ikprpress.org/index.php/PCBMB/issue/view/801>
- Supriyadi, S., Widjajani, B. W., & Murniyanto, E. (2022). *The Effect of Rice Husk Biochar and Cow Manure on Some Soil Characteristics , N and P Uptake and Plant Growth of Soybean in Alfisol.* 27(2), 59–66. <https://doi.org/10.5400/jts.2022.v27i2.59-66>
- Triyanto, K. (2019). *Panduan pembuatan pupuk cair (biourin).* Kabartani. com. <https://kabartani.com/panduan-membuat-pupuk-organik-cair-poc-biourine.html>
- Wijiyanti, P., Hastuti, E. D., & Haryanti, S. (2019). *Buletin Anatomi dan Fisiologi Volume 4 Nomor 1 Februari 2019 Pengaruh Masa Inkubasi Pupuk dari Air*

Jurnal Dinamika Pengabdian Vol. 8 No. 1 Oktober 2022

Cucian Beras Terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L .) Effect Of Fertilizer Incubation Period Of Rice Wash Water On Green Mustard Plant. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 4.

Zaitun, Z., Yusnizar, Y., Yunilasari, M., & Persada, A. (2020). Effects of biochar residue and cow manure residue on entisol chemical properties , growth ,

p-ISSN: 2460-8173

e-ISSN: 2528-3219

and production of peanut (*Arachis hypogaea* L .) in second planting season Effects of biochar residue and cow manure residue on entisol chemical properties , growt. *Earth and Environmental Science*. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/583/1/012011>.