

Intensifikasi Produksi Hijauan Tebon Jagung Berbasis (SBM) Sludge Biogas Media untuk Peningkatan Biomasa dan Nutrient Pakan

**¹Agustina Widyasworo, ²Alfan Setya Winurdana, ³Risma Novela
Esti ⁴Resti Yuliana Rahmawati**

*^{1,2,3,4}Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Balitar
Blitar, Indonesia*

E-mail: agustina.widyasworo@gmail.com

ABSTRACT

Increasing the efficiency of forage production requires the utilization of locally available resources to reduce dependence on inorganic fertilizers without compromising crop productivity and nutrient quality. Biogas sludge contains organic matter and nutrients, making it a potential soil conditioner and partial substitute for chemical fertilizers. This study aimed to evaluate the effects of Sludge Biogas Media (SBM) as a partial substitute for commercial fertilizer on biomass production and nutrient quality of corn forage (*Zea mays*). The study employed a Completely Randomized Design (CRD) consisting of four treatment combinations of SBM–soil composition and chemical fertilizer substitution levels (P0: control soil without SBM + 100% fertilizer; P1: SBM:soil 1:1 + 70% fertilizer; P2: SBM:soil 1:2 + 50% fertilizer; P3: SBM:soil 1:3 + 25% fertilizer) with five replications. Observed parameters included fresh biomass weight, dry matter (DM), organic matter (OM), and crude protein (CP). Data were analyzed using ANOVA followed by Duncan's Multiple Range Test ($p < 0.05$). The results showed that SBM treatment significantly affected ($P < 0.05$) fresh biomass and DM percentage, but had no significant effect ($P > 0.05$) on OM and CP contents. Treatment P2 produced the highest fresh biomass (1,095.00 g/plant) and DM content (25.48%). Meanwhile, OM (87.30%–87.40%) and CP (9.40%–9.58%) remained stable across all treatments. In conclusion, the P2 formulation (SBM:soil = 1:2 with 50% inorganic fertilizer) is the optimum treatment to enhance biomass yield and dry matter while reducing chemical fertilizer inputs by 50% without compromising forage nutrient quality..

Keyword: biogas sludge, corn forage, fertilizer substitution, biomass, nutrient quality, circular agriculture

PENDAHULUAN

Produksi hijauan pakan yang berkelanjutan menuntut adanya efisiensi input budidaya tanpa mengorbankan kuantitas dan kualitas hasil panen. Dalam sistem produksi hijauan tebon jagung, penggunaan pupuk komersial anorganik masih menjadi input utama untuk mencapai produktivitas biomassa yang tinggi (Edy et al., 2021). Ketergantungan yang tinggi terhadap pupuk komersial tidak hanya meningkatkan biaya produksi, tetapi juga berpotensi menurunkan kualitas lingkungan akibat akumulasi residu kimia dan degradasi kesuburan tanah dalam jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan alternatif input budidaya yang mampu menekan penggunaan pupuk komersial, namun tetap mempertahankan kualitas panen hijauan.

Sludge biogas merupakan produk samping dari proses produksi energi terbarukan yang mengandung bahan organik, unsur hara makro, serta mikroorganisme hasil fermentasi anaerob. Secara teoritis, sludge biogas berpotensi berperan sebagai sumber nutrisi dan pembenah media tanam yang dapat menggantikan sebagian fungsi pupuk

komersial(Winurdana & Rahmawati, 2025). Namun, pemanfaatannya dalam sistem produksi hijauan pakan masih belum didukung oleh dasar ilmiah yang memadai, khususnya terkait penentuan level penggunaan sludge biogas yang efektif dan aman sebagai Sludge Biogas Media (SBM).

Permasalahan utama yang dihadapi saat ini bukan sekadar apakah sludge biogas dapat digunakan sebagai media tanam, melainkan pada level penggunaan berapa SBM mampu menurunkan kebutuhan pupuk komersial tanpa menurunkan produksi biomassa dan kualitas nutrisi tebon jagung. Ketiadaan informasi ilmiah mengenai dosis atau proporsi SBM yang optimal menyebabkan pemanfaatan sludge biogas di tingkat lapangan cenderung tidak terkontrol, sehingga berpotensi menimbulkan hasil yang tidak konsisten dan sulit direplikasi.

Selain itu, sebagian pendekatan intensifikasi hijauan pakan yang ada masih berorientasi pada peningkatan biomassa semata, tanpa mempertimbangkan kualitas nutrisi hijauan sebagai pakan ternak. Dengan demikian, upaya substitusi pupuk komersial harus dibuktikan tidak hanya mampu mempertahankan hasil biomassa, tetapi juga menjaga kualitas nutrisi hijauan yang dihasilkan

METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

1. Lokasi dan waktu

Penelitian dilakukan di Ainur Nursery, Desa Sumberjati, Kabupaten Blitar selama pembuatan SBM sludge biodigester (1 bulan) dan penanaman tebon jagung (3 bulan), sedangkan analisis biomassa, BK, BO, dan PK dilaksanakan di Laboratorium Pakan Kabupaten Blitar dan Laboratorium Ilmu Ternak Universitas Islam Balitar selama 1 bulan

2. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini mencakup sarana untuk pembuatan media tanam hingga analisis laboratorium. Peralatan untuk pembuatan media dan pemeliharaan meliputi mixer tanah, cangkul, polybag berkapasitas 4 liter, serta timbangan. Sementara itu, untuk pengukuran biomassa panen digunakan timbangan digital. Pengujian parameter kualitas nutrisi di laboratorium memanfaatkan serangkaian instrumen analisis, yaitu *oven pengering* atau *moisture analyzer* untuk penentuan Bahan Kering (BK), *muffle furnace* untuk pengujian Bahan Organik (BO), *Alat Kjeldahl* atau *Dumas Analyzer* untuk analisis Protein Kasar (PK), serta *Fiber Analyzer* (metode Van Soest) untuk analisis *Neutral Detergent Fiber* (NDF).

Adapun bahan yang digunakan dibedakan menjadi bahan utama pembuatan media serta bahan kimia analisis laboratorium. Bahan utama budidaya terdiri atas benih/tanaman tebon jagung (*Zea mays*), *sludge* biogas dari peternakan sapi perah, air, serta pupuk anorganik berupa Urea dan NPK. Untuk analisis laboratorium, pengujian BK dan BO serta penimbangan biomassa tidak membutuhkan bahan kimia. Pengujian Protein Kasar (PK) menggunakan bahan kimia meliputi H_2SO_4 pekat (95–98%), campuran $K_2SO_4 + CuSO_4$ sebagai katalis, NaOH 40%, H_3BO_3 2% beserta indikator, dan larutan HCl 0,1 N (Horwitz, 2006; Galyean, 2010). Sementara itu, analisis NDF menggunakan larutan *Neutral Detergent Solution* (NDS) yang terdiri dari *sodium lauryl sulfate*, EDTA, *sodium borate*, *sodium phosphate*, *sodium sulfite*, serta penambahan *decalin* atau *antifoaming agent* (Horwitz, 2006).

3. Rancangan Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan sehingga diperoleh 20 unit percobaan. RAL dipilih karena kondisi lingkungan relatif homogen dan setiap unit memiliki peluang yang sama memperoleh perlakuan.

Setiap unit percobaan menggunakan polybag ± 20 liter berisi media tanam sesuai perlakuan. Perlakuan penelitian berupa kombinasi komposisi media berbasis Sludge Biogas Media (SBM) dan tingkat pengurangan pupuk kimia.:

1. P0 (Kontrol)

Media tanam tanah tanpa penambahan SBM + pupuk kimia 100% dosis rekomendasi

2. P1 Media tanam SBM : tanah = 1 : 1 + pupuk kimia 70% dosis rekomendasi

3. P2 Media tanam SBM : tanah = 1 : 2 + pupuk kimia 50% dosis rekomendasi

4. P3 Media tanam SBM : tanah = 1 : 3 + pupuk kimia 25% dosis rekomendasi

Setiap perlakuan diulang sebanyak 5 kali, dan penempatan unit percobaan dilakukan secara acak untuk meminimalkan pengaruh faktor luar terhadap hasil penelitian.

Adapun denah penelitian ditempatkan dengan acak sebagai berikut :

4. Tahapan Penelitian

- a) Tahapan penelitian dilakukan oleh tim pengusul dengan tanggung jawab sebagai berikut : Survei awal ketersediaan hijauan pakan dan penentuan lokasi penelitian dengan kondisi lingkungan homogen.
- b) Penetapan rancangan penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 5 ulangan.
- c) Persiapan alat dan bahan penelitian meliputi polybag, benih jagung, sludge biogas, tanah, dan pupuk kimia.
- d) Persiapan dan pengisian media tanam berbasis sludge biogas ke dalam polybag sesuai perlakuan.
- e) Penanaman benih jagung dan aplikasi pupuk kimia sesuai dosis perlakuan.
- f) Pemeliharaan tanaman serta pengamatan pertumbuhan dan produksi biomassa tebon jagung.
- g) Panen fase vegetatif, penimbangan biomassa, dan pengambilan sampel untuk analisis BK, BO, PK, dan NDF.
- h) Analisis kualitas nutrisi di laboratorium, analisis data menggunakan ANOVA dan uji lanjut, serta penyusunan laporan hasil penelitian.

5. Variabel Penelitian

a. Berat Biomassa Panen Tebon Jagung

Berat biomassa panen diukur dengan menimbang seluruh tanaman tebon jagung pada fase vegetatif setelah dipotong di pangkal batang menggunakan timbangan digital untuk memperoleh biomassa segar per unit percobaan.

b. Bahan Kering (BK)

Kandungan bahan kering ditentukan melalui pengeringan oven pada suhu 105°C selama 24 jam hingga berat konstan, kemudian dihitung berdasarkan selisih berat sebelum dan sesudah pengeringan (Horwitz, 2006).

c. Bahan Organik (BO)

Kadar bahan organik dianalisis dengan metode pembakaran dalam tanur pada suhu 550°C selama 4–6 jam. Nilai BO dihitung dari selisih berat bahan kering dan abu hasil pembakaran (Horwitz, 2006).

d. Protein Kasar (PK)

Protein kasar ditentukan menggunakan metode Kjeldahl melalui tahapan destruksi, distilasi, dan titrasi untuk memperoleh kandungan nitrogen, yang kemudian dikonversi menjadi protein kasar dengan faktor 6,25 (Horwitz, 2006).

HASIL DAN PEMBAHASAN

PERLAKUAN	BIOMASSA PANEN (GRAM)	BAHAN KERING / BK (%)	BAHAN ORGANIK / BO (%)	PROTEIN KASAR / PK (%)
P0	995,60 ^a	19,48 ^a	87,30	9,56
P1	1.035,00 ^b	21,20 ^b	87,40	9,58
P2	1.095,00 ^d	25,48 ^d	87,40	9,51
P3	1.052,00 ^c	23,50 ^c	87,40	9,40
P-VALUE	< 0,05	< 0,05	> 0,05	> 0,05

Keterangan: Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan berpengaruh nyata ($P < 0,05$)

1. Produksi Biomassa Panen Segar Tebon Jagung

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi media *Sludge Biogas Media* (SBM) dan taraf pemupukan anorganik berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap produksi biomassa segar tebon jagung. Perlakuan P2 (SBM : tanah = 1:2 + 50% pupuk anorganik) menghasilkan biomassa segar tertinggi sebesar 1.095,00 g/tanaman, yang berbeda nyata dengan P1 (1.035,00 g), P3 (1.052,00 g), dan P0/Kontrol (995,60 g). Peningkatan biomassa segar pada perlakuan P2 didorong oleh perbaikan perakaran dan ketersediaan hara makro-mikro dari akumulasi bahan organik sludge biogas yang dipadukan dengan percepatan respon hara dari 50% pupuk kimia. Edy dkk. (2021) menyatakan bahwa aplikasi pupuk organik cair/bio-slurry yang terintegrasi mampu memperbaiki struktur dan drainase media tanam sehingga memicu pertumbuhan organ vegetatif tanaman jagung secara maksimal. Hal ini sejalan dengan penelitian Supriyadi dkk. (2025) yang menemukan bahwa pengayaan pembenah media berbasis bahan organik mampu meningkatkan daya simpan air (*water holding capacity*) serta efisiensi penyerapan unsur hara N, P, dan K pada fase vegetatif. Lebih lanjut, Winurdana & Rahmawati (2025) menegaskan bahwa pemanfaatan bioslurry hasil fermentasi anaerobik mengandung substansi mikroorganisme pembenah media yang secara langsung mendukung pembelahan sel dan pembesaran batang hijauan pakan. Pada perlakuan P3 (SBM : tanah = 1:3 + 25% pupuk kimia), biomassa mengalami penurunan menjadi 1.052,00 g. Hal ini mengindikasikan bahwa penurunan pupuk kimia hingga 25% membatasi ketersediaan Nitrogen cepat lepas (*quick-release*) yang diperlukan untuk pembentukan awal jaringan fotosintesis tanaman. Sebaliknya, perlakuan P0 (tanpa SBM) menghasilkan biomassa terendah karena tidak mendapat manfaat pembenah tanah organik dari sludge biogas.

2. Kandungan Bahan Kering (BK)

Persentase Bahan Kering (BK) tebon jagung menunjukkan perbedaan berpengaruh nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan. Kandungan BK tertinggi diperoleh pada perlakuan P2 (25,48%), diikuti oleh P3 (23,50%), P1 (21,20%), dan terendah pada P0 (19,48%).

Peningkatan persentase bahan kering pada perlakuan P2 memperlihatkan akumulasi sintesis karbohidrat dan dinding sel yang lebih optimal. Menurut Horwitz (2006), kandungan bahan kering merupakan indikator utama jumlah nutrisi padat murni yang tersimpan dalam tanaman setelah seluruh kadar air dihilangkan melalui pengeringan oven 105°C Elizabeth dkk. (2016) menjelaskan bahwa karakteristik sludge biogas yang kaya akan unsur hara mikro (seperti Fe, Zn, Mg) berperan penting sebagai kofaktor enzim fotosintesis, sehingga mempercepat akumulasi asimilat dan pembentukan serat pembawa bahan kering pada jaringan tajuk.

Selain itu, Novita dkk. (2025) menguraikan bahwa media yang diberi masukan *slurry* terfermentasi menyediakan lingkungan perakaran yang kaya akan hara secara konsisten (*slow-release*), sehingga metabolisme sel tanaman berjalan lebih stabil hingga

masa panen vegetatif. Akibatnya, persentase massa padat dinding sel dan isi sel tanaman pada P2 meningkat signifikan dibanding kontrol P0.

3. Kandungan Bahan Organik (BO)

Hasil pengujian laboratorium mengindikasikan bahwa kombinasi penggunaan *Sludge Biogas Media* (SBM) dan taraf pemupukan anorganik berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) terhadap kandungan Bahan Organik (BO) tebon jagung, dengan rata-rata nilai yang tergolong homogen pada kisaran 87,30% – 87,40%. Kestabilan nilai BO ini menunjukkan bahwa manipulasi media tumbuh dan pengurangan pemupukan anorganik hingga 50% pada perlakuan P2 maupun 75% pada P3 tidak mengubah struktur dasar komposisi kimiawi tanaman. Secara fisiologis, pembentukan bahan organik hijauan pakan sangat diteliti dan utamanya dipengaruhi oleh fase vegetatif serta tingkat kematangan (*maturity stage*) tanaman saat dipanen. Horwitz (2006) mendefinisikan bahan organik sebagai fraksi biomassa murni yang hilang volatil pada proses pembakaran tanur yang secara molekuler mencakup senyawa kompleks seperti serat kasar (lignoselulosa), karbohidrat terlarut, protein kasar, serta fraksi lemak. Galyean (2010) menyebutkan bahwa rasio fraksi organik terhadap persentase abu (*ash content*) pada hijauan pakan jenis rumput-rumputan dan tebon jagung relatif konstan apabila pemanenan dilakukan pada masa fisiologis yang seragam. Hal ini dikarenakan laju akumulasi mineral anorganik (abu) dan sintesis senyawa karbon organik dalam pembelahan sel berjalan secara proporsional selagi tanaman dipanen sebelum memasuki fase generatif tua. Pendapat ini didukung oleh Riani dkk. (2025) yang menyatakan bahwa variasi aplikasi perlakuan pemupukan maupun modifikasi fisik-kimia media tumbuh lebih banyak memengaruhi kuantitas pertumbuhan (seperti pembesaran sel dan penambahan biomassa total) ketimbang mengubah rasio atau komposisi BO secara molekuler, selama tanaman berada dalam kondisi fisiologis dan umur panen yang seragam.

Lebih lanjut, penyediaan hara dari SBM yang kaya akan bahan organik terdekomposisi serta nutrisi mikro makro mampu mengimbangi efisiensi pengurangan pupuk anorganik pada P2 dan P3. Kondisi ini membuat metabolisme pembentukan dinding sel (hemicellulose dan cellulose) serta cairan protoplasma di dalam sel tanaman jagung berjalan secara seimbang tanpa mengalami defisiensi hara esensial. Ketidadaan perbedaan yang signifikan antar perlakuan ini menguntungkan dari sudut pandang nutrisi pakan, sebab penurunan penggunaan pupuk sintetis hingga 50% terbukti mampu mempertahankan proporsi nutrisi organik utama tebon jagung tetap tinggi (mencapai >87%) yang sangat potensial sebagai sumber energi fermentabel bagi mikrob rumen ternak ruminansia.

4. Kandungan Protein Kasar (PK)

Kandungan Protein Kasar (PK) tebon jagung juga menunjukkan respon berpengaruh tidak nyata ($P > 0,05$) antar perlakuan. Nilai rata-rata PK relatif konsisten dan berada pada kisaran 9,40% – 9,58%. Tidak berbedanya secara signifikan nilai PK tebon jagung membuktikan bahwa pengurangan pupuk anorganik (Urea dan NPK) hingga 50% pada perlakuan P2 maupun hingga 75% pada P3 tidak menurunkan kualitas nutrisi protein pakan. Hal ini disebabkan oleh ketersediaan dan keberlanjutan pasokan unsur Nitrogen (N) dari *sludge biogas media* (SBM) yang sangat memadai untuk menggantikan separuh dosis pupuk sintetis. Winurdana & Rahmawati (2025) menegaskan bahwa kandungan N terlarut (seperti ammonium dan nitrat) serta asam-asam amino bebas dalam bioslurry mampu diserap oleh perakaran tanaman secara bertahap (*slow-release*) untuk mendukung pembentukan gugus amina dan sintesis asam amino utama di dalam jaringan tanaman.

Sejalan dengan hal tersebut, Horwitz (2006) menyatakan bahwa persentase Nitrogen total tanaman yang dikonversi menjadi protein kasar melalui pengali faktor standar 6,25 sangat dipengaruhi oleh kecukupan suplai N dari media tanam. Pemupukan anorganik 100% pada perlakuan kontrol (P0) memberikan suplai Nitrogen siap pakai yang cepat (*quick-release*), namun berisiko mudah tercuci (*leaching*). Sebaliknya, pengayaan SBM pada P1, P2, dan P3 mampu menjaga stabilitas ketersediaan N di zona perakaran (*rhizosphere*) hingga fase panen vegetatif. Novita dkk. (2025) menambahkan bahwa kecukupan Nitrogen organik dari media terfermentasi menjamin sintesis klorofil dan protein pada daun tetap setara dengan pemupukan anorganik dosis penuh.

Integrasi SBM dengan 50% pupuk anorganik pada perlakuan P2 terbukti mampu menciptakan kesetimbangan metabolisme nitrogen, di mana kebutuhan hara N awal dipenuhi oleh pemupukan anorganik dan pemeliharaan N jangka panjang ditopang oleh SBM. Akibatnya, tanaman dapat menyerap unsur N secara optimal tanpa mengalami defisiensi maupun kecenderungan translokasi protein berlebih. Hal ini mengindikasikan bahwa substitusi pupuk kimia dengan SBM tidak hanya efisien secara input pemupukan, tetapi juga mampu mempertahankan mutu protein kasar tebon jagung pada tingkat yang sangat baik untuk memenuhi kebutuhan fermentasi mikrob rumen ternak ruminansia.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan kombinasi *Sludge Biogas Media* (SBM) dan tanah dengan rasio 1:2 serta efisiensi 50% pupuk anorganik (P2) merupakan formulasi terbaik yang secara signifikan ($P < 0,05$) meningkatkan produksi biomassa segar hingga 1.095,00 g/tanaman dan persentase bahan kering sebesar 25,48%, sekaligus terbukti efisien menghemat 50% penggunaan pupuk kimia tanpa menurunkan ($P > 0,05$) mutu dan kestabilan kualitas nutrisi tebon jagung

DAFTAR PUSTAKA

1. Edy A, Sari RPK, Pujiswanto H. PENGARUH DOSIS PUPUK ORGANIK BIO-SLURRY CAIR DAN WAKTU APLIKASI TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.). JURNAL AGROTROPIKA. 2021 Apr 11;20(1):17.
2. Winurdana AS, Rahmawati RY. PERBEDAAN PENGGUNAAN BIOSLURRY DAN PUPUK KOMERSIAL PADA TANAMAN PAKAN RUMPUT PAKCHONG. Jurnal Peternakan (Jurnal of Animal Science). 2025 Jan 1;9(1):24.
3. Novita E, Rizki KF, Pradana HA. Pemanfaatan Slurry Biogas dari Penanganan Air Limbah Agroindustri Kopi sebagai Pupuk Cair. Jurnal Teknotan. 2025 Aug 14;19(2):145–52.
4. Supriyadi S, Rahman FA, Erika S. RESPON PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN JAGUNG (*Zea mays* L.) DI TANAH PASIRAN AKIBAT PEMBERIAN PUPUK UREA BERPELAPIS BIOCHAR. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan. 2025 Jul 1;12(2):323–31.
5. Elizabeth N, Program M, Agroteknologi S, Tinggi S, Pertanian I, Batu L, et al. KARAKTERISTIK SLUDGE BIOGAS SEBAGAI PUPUK ORGANIK. Vol. 3, Jurnal Agroplasma (STIPER) Labuhanbatu. 2016.
6. Horwitz William. Official methods of analysis of AOAC International. AOAC International; 2006.

7. Galyean ML. LABORATORY PROCEDURES IN ANIMAL NUTRITION RESEARCH.
8. Soemarah Koernia Dewi T, Fatchul Aziez A, Suprpti E, Priyadi S, Anis Fatmala H. PENGARUH UKURAN POLIBAG DAN INTERVAL PEMBERIAN PUPUK ORGANIK CAIR BATANG PISANG TERHADAP PERTUMBUHAN DAN HASIL CABAI RAWIT VARIETAS DEWATA Influence of Polybag Size and Interval of Liquid Organic Fertilizer of Banana Stones on The Growth and Results of Chilli Variety.
9. Riani Kurnia N, Jon Y, Dwi F, Podesta F, Agroteknologi Fakultas Pertanian J. EFFECTS OF THERMAL ENERGY INPUT AMOUNT AND PHOSPHORUS FERTILIZER DOSAGE ON SOYBEAN PLANT CROP (*Glycine max* L. Merrill).