

Model Circular Economy: Pengolahan Limbah Peternakan Sapi Potong Menjadi Batu Batako dan Energi Terbarukan di Jawa Timur

Andine Santika Bentari¹, Khofifa Dwi Hafsari^{2*}, dan Izzarotul Fadhilah³

¹Program Studi Ilmu Ternak, Jurusan Peternakan, Universitas Brawijaya, Malang 65145

*E-mail: khofifadwi@student.ub.ac.id

Abstrak

Penduduk Jawa Timur mayoritas bermata pencaharian di sektor pertanian dan peternakan, namun potensi daerah Jawa Timur, belum mampu memanfaatkan limbah kotoran ternak secara optimal sehingga mencemari lingkungan melalui emisi amonia (NH_3) dan metana (CH_4) yang berkontribusi terhadap pemanasan global serta pencemaran lingkungan. Penelitian ini akan membahas terkait pemanfaatan kotoran sapi dan limbah sisa pakan yang memiliki potensi sebagai bahan baku material bangunan dan energi terbarukan. Tujuan penelitian untuk merancang inovasi pengolahan kotoran sapi menjadi batu bata yang berasal dari kotoran sapi, cangkang telur, dan sekam padi. Penelitian ini juga akan menganalisis potensi kotoran sapi menjadi biogas. Metode yang digunakan berupa eksperimen pembuatan batako dengan menganalisis kandungan silika dan kalsium karbonat serta uji kuat tekan, ditambah kajian literatur untuk menganalisis potensi biogas. Hasil menunjukkan kotoran sapi mengandung silika 9,6% per kg, sekam padi 87–94% silika, dan cangkang telur 94% kalsium karbonat sehingga menghasilkan batako ringan, tahan api, dan memiliki mutu yang setara dengan batako konvensional. Selain itu, kotoran sapi berpotensi diolah melalui *digesti anaerob* menjadi biogas yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk memasak. Pemanfaatan ganda limbah peternakan melalui batu bata dan biogas mendukung konsep ekonomi sirkular di masyarakat pedesaan, mengurangi pencemaran, serta meningkatkan nilai ekonomi dan kemandirian energi masyarakat pedesaan.

Keywords: pencemaran lingkungan, ekonomi sirkular, limbah peternakan-pertanian, biogas, batu batako

1. PENDAHULUAN

Usaha peternakan sapi mulai sering dituding sebagai usaha yang dapat mencemari lingkungan. Departemen Pertanian telah menyadari hal tersebut dengan mengeluarkan peraturan menteri melalui SK Mentan No. 237/1991 dan SK Mentan No. 752/1994, yang menyatakan bahwa usaha peternakan dengan populasi tertentu perlu dilengkapi dengan pengelolaan dan pemantauan lingkungan (Deptan, 1991). Implementasi peraturan ini masih belum dilaksanakan secara optimal dan tentunya akan sangat berdampak buruk bagi lingkungan maupun bagi kehidupan manusia sendiri. Sektor peternakan di Indonesia merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca yang jika tidak ditanggulangi akan menimbulkan bencana yang tidak diinginkan (Herawati, 2012). Salah satu pencemar emisi gas rumah kaca berasal dari kotoran sapi berupa gas amonia yang terkandung dalam kotoran ternak sapi yang memiliki konsentrasi melebihi dari 17 mg/m³ (Ramadhian Latief, et al., 2008). Kotoran ternak sapi tidak hanya menyebabkan emisi gas rumah kaca, melainkan juga mencemari ekosistem sungai. Pasal nya limbah dari kotoran ternak dan sisa pakan ternak langsung di alirkan ke sungai, tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu. Kadar BOD, COD dan TSS yang terkandung dalam 1 liter limbah cair kotoran ternak sapi mencapai BOD 271.7 mg/l, COD 684.2 mg/l dan TSS 795.0 mg/l (Laboratorium DLH Kab Mojokerto, 2023). Kadar tersebut sangat melebihi batas yang tercantum pada Permen Lingkungan Hidup No 11 Tahun 2009. Kondisi ini jika berjalan secara terus menerus akan menyebabkan pencemaran kualitas air sungai yang dapat berdampak pada kesehatan warga sekitar yang memanfaatkan sungai. Status kesehatan dipengaruhi oleh empat faktor yaitu lingkungan, gaya hidup (perilaku), pelayanan kesehatan dan keturunan. Faktor lingkungan mempengaruhi sebanyak 45%, faktor perilaku 30%, faktor pelayanan kesehatan 20% dan faktor keturunan 5% (P, S, Hapsari et al., 2009). Berdasarkan pernyataan tersebut menjadikan topik permasalahan dalam penelitian ini adalah faktor keberlanjutan usaha peternak sapi yang mencemari lingkungan dan menyebabkan emisi gas rumah kaca. Keberlanjutan usaha peternak sapi juga akan beriringan dengan keberlanjutan kehidupan jumlah populasi penduduk yang akan terus bertambah akan kebutuhan rumah tangga, termasuk kebutuhan bangunan tempat tinggal dan kebutuhan akses pangan yang dalam hal ini adalah bahan bakar untuk mengolah pangan tersebut. Beberapa penelitian sebelumnya hanya menjelaskan terkait pemanfaatan limbah peternakan dan pertanian sebagai biogas dan batu batako, namun masih sedikit penelitian yang membahas terkait model ekonomi sirkular dalam pemanfaatan limbah tersebut (Amrullah et al., 2023, Wita Fedela et al., 2024, kiki kurniawan et al., 2020) Pemanfaatan limbah kotoran sapi dan limbah sisa pakan ternak dalam penelitian ini di harapkan mampu digunakan sebagai referensi upaya untuk mengurangi dampak pencemaran

lingkungan akibat limbah kotoran ternak sapi sebagai bahan penyusun bangunan yakni batu batako dan sebagai bahan energi biogas. Upaya pemanfaatan tersebut tidak hanya mampu mengurangi emisi gas rumah kaca, namun juga mendukung keberlanjutan usaha peternak. Penerapan model ekonomi sirkular dalam keberlanjutan usaha ini adalah dengan cara memanfaatkan limbah kotoran ternak sapi sebagai bahan yang memiliki nilai ekonomi yakni batu batako dan juga biogas, dimana dalam penggunaan biogas dan penjualan batu batako tersebut dapat meminimalisir biaya pengeluaran untuk membeli gas dan dapat meningkatkan pendapatan dengan menjual bata batako tersebut.

2. METODE

2.1 Desain penelitian

Penelitian ini dilakukan di Kabupaten Mojokerto Jawa Timur, di wilayah pedesaan yang memiliki penduduk mayoritas bermata pencaharian sebagai petani dan peternak. Pembuatan, pengujian daya tahan batu bata dan pembuatan biogas dilakukan di lahan peternakan sapi potong terbesar kabupaten mojokerto dengan populasi kurang lebih 200 ekor ternak sapi. Kondisi operasional peternakan tersebut juga menghasilkan limbah kotoran ternak yang langsung dialirkan ke sungai tanpa proses pengolahan terlebih dahulu.

2.2 Metode penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen dengan menggunakan metode penelitian deskriptif kualitatif. Metode penelitian yang digunakan dalam mengukur parameter BOD, COD dan TSS berdasarkan SNI dengan pengukuran COD menggunakan spektrofotometri dan TSS diukur secara gravimetric.

a. Batu batako

Kotoran sapi : tanah liat : cangkang telur : sekam padi = 5 : 1 : 2 : 2

Proses pembuatan batu batako dari kotoran sapi melalui beberapa tahapan, meliputi penggalian bahan mentah yang berupa tanah liat dan pasir, pengolahan bahan campuran berupa cangkang telur dan abu sekam padi, pembentukan, pengeringan, pembakaran, pendinginan dan pemilihan (seleksi) batu batako untuk siap digunakan

Adapun alat yang dibutuhkan dalam pembuatan batu bata:

1. Cangkul
2. Sekop
3. Cetakan batako
4. Mesin penggiling cangkang
5. Alat pengayak pasir

Selain itu, ada juga bahan dalam pembuatan batako:

1. Kotoran sapi
2. Cangkang telur
3. Sekam padi
4. Pasir
5. Tanah liat

b. Biogas

Kotoran sapi dan limbah sisa pakan (rumput gajah), Rumput gajah dipotong menggunakan pisau dengan panjang sekitar 2 cm lalu dihaluskan menggunakan blender dapur. Hal ini dilakukan untuk mempermudah bakteri dalam mendegradasi bahan organik rumput gajah, terutama pada fase hidrolisis. Biogas dengan kadar metana tertinggi 64,78% dihasilkan dari campuran sawi hijau dan jerami padi dalam bentuk serbuk dibandingkan jerami dipotong 0,5 cm. Rumput gajah dicampur dengan kotoran sapi pada perbandingan berat padatan kering (TS) antara rumput gajah dengan kotoran sapi 35:65 (Herawati dan Wibawa, 2010). Penelitian ini menggunakan 1 digester dengan volume kerja masing-masing 28 liter. Sebagai starter (sumber bakteri) digunakan kotoran sapi yang diencerkan dengan air pada perbandingan berat 1:1, dengan starter masing-masing 22 liter dan dibiarkan beberapa hari untuk stabilisasi. Digester dibiarkan beberapa hari sampai ada tanda menghasilkan biogas.

2.3 Analisis Data

Pengolahan data dilakukan dengan metode analisa deskriptif kualitatif. Analisa deskriptif kualitatif yaitu pengolahan data yang dilakukan melalui pertimbangan logika dengan bahasa penulisan yang sistematis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

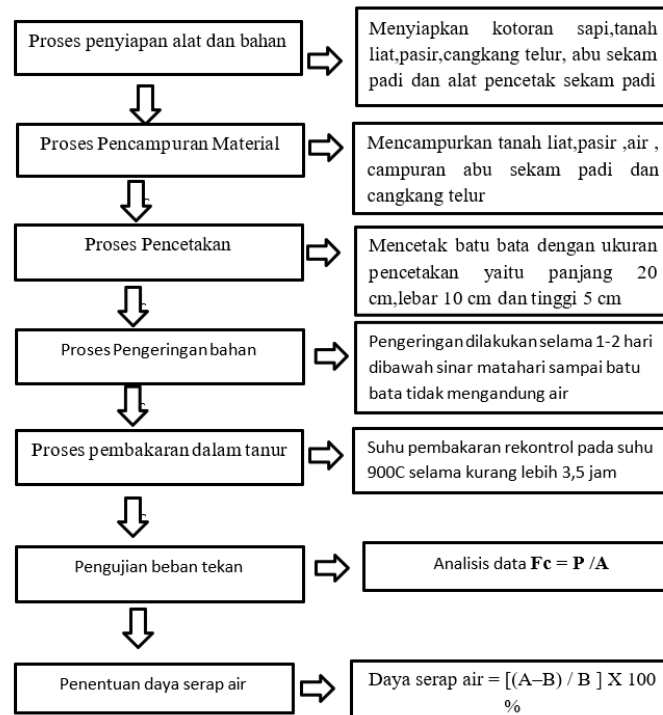
3.1 Pembuatan Batu batako (batu batako asal cangkang telur dan sekam padi)

Proses pembuatan batako dalam konsep ini yaitu mencampurkan batako sesuai dengan perbandingan komposisi dan menambahkan air serta diaduk hingga homogen menjadi adonan. Kemudian memasukkan adonan kedalam alat pencetak batako manual yang telah dibuat dan dipukul menggunakan stik dari kayu agar adonan menjadi padat dan rata dan menghasilkan batako. Pemilihan bahan batako menggunakan kotoran sapi yaitu feses yang sudah kering atau sudah tidak fresh lagi. Penggunaan feses kering dalam pembuatan batako dapat mengurangi resiko meledak nya batako pada saat proses pembakaran, karena di dalam feses sapi yang masih fresh terdapat kandungan gas metan (CH_4) yang masih tinggi yang menyebabkan berpotensi nya terjadi ledakan pada saat proses pembakaran batako tersebut. Sementara manfaat dari penambahan abu sekam padi adalah sebagai media untuk menyerap kadar air yang terdapat pada kotoran sapi dan juga mempermudah proses pencetakan.



Gambar 1. Proses pembuatan batako

Implementasi batako diawali dengan sosialisasi terhadap masyarakat yang akan diberdayakan karena memiliki potensi limbah ternak. Pada desa tersebut terdapat banyak lahan pertanian dan lahan peternakan. Sosialisasi diawali dengan melakukan pendekatan secara preventif dengan memberikan wawasan tentang dampak buruk dari kotoran sapi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Dalam pendekatan ini diadakan diskusi terbuka terutama bagi warga yang memiliki ternak sapi, untuk menghindari kesalah pahaman dilakukan juga penyuluhan dari penyuluh ide ke peternak agar informasi yang disampaikan dapat dicerna atau diterima secara maksimal dengan menawarkan solusi akan masalah lingkungan, salah satunya dengan memanfaatkan limbah peternakan dan pertanian menjadi batako. Sebagian besar warga Kabupaten Mojokerto bermata pencaharian sebagai petani dan masih banyaknya angka pengangguran. Pembuatan batako dapat menjadi pilihan mata pencaharian sampingan warga yang dapat berdampak pada peningkatan taraf ekonomi. Selain itu, dengan adanya pemanfaatan batako dari limbah peternakan ini diharap menjadi desa edukasi pengolahan limbah peternakan di Kabupaten Mojokerto. Tahap sosialisasi juga dilakukan dengan memberikan pelatihan secara langsung pada peternak. Selanjutnya perlu membangun jaringan antara industri rumahan batako dengan toko bangunan yang ada di Kabupaten Mojokerto. Untuk mendapatkan keuntungan yang lebih besar lagi dan pasti digunakan dapat melakukan relasi dengan proyek-proyek yang ada di Kabupaten Mojokerto dan sekitarnya.



Gambar 2. Alur pembuatan batako

Kelebihan batu batako dari kotoran sapi memiliki beban yang lebih ringan 20% daripada batu batako berbahan baku tanah liat. Membutuhkan waktu pengeringan yang relatif singkat dari pada batu batako tanah liat, hal ini disebabkan oleh kandungan dari sekam padi yang mampu menyerap kadar air dalam tanah liat. Harga batu batako dari kotoran sapi lebih terjangkau. Selain itu, memiliki daya tahan dan daya serap yang lebih tinggi sebanyak 20 % dibandingkan batu batako dari tanah liat. Selebihnya, memiliki daya tahan yang cukup kuat dibuktikan dengan perhitungan kuat tekan bahan sampel batu bata melalui parameter hasil pengukuran luas bidang tekan dan beban tekan. Kedua parameter tersebut diukur dengan menggunakan alat yaitu untuk luas bidang tekan menggunakan mistar (panjang dan lebar) dan beban tekan menggunakan alat ELE Internasional.

Pengujian kuat tekan batako dilakukan untuk mengetahui secara pasti akan kekuatan tekan batako yang sebenarnya apakah sesuai dengan kuat tekan yang ditentukan atau tidak setelah batako berumur 30 hari (FTSP ITATS, 2019). Untuk pengujian kuat tekan batako dari kotoran sapi ini menggunakan alat tes kuat beton (Tourse Universal Testing Machine).

Dengan rumus :

$$F_c = P / A$$

Berdasarkan bobotnya, batu batako dari kotoran sapi memiliki bobot yang lebih ringan. Dan lebih kuat 20 persen dibandingkan dengan batu bata biasa yang dibuat secara tradisional dengan menggunakan bahan baku tanah liat. Daya tahan batu batako dari tanah liat memiliki kuat tekan rata-ratanya mencapai 30 kg/mm². Sementara, batu bata yang dihasilkan dari kotoran sapi memiliki kuat tekan rata-ratanya bisa mencapai 50 kg/mm². Sementara untuk uji gesek atau gores, permukaan batako yang baik mempunyai permukaan yang keras sehingga kuku tidak dapat menggoresnya apabila perlakuan curing dengan benar.

3.2 Pembuatan biogas

Produksi dan produktivitas biogas setelah substrat di dalam digester mencapai komposisi yang direncanakan (mulai hari ke-56). Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi biogas harian rata-rata dari keempat komposisi substrat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, berkisar antara $7,18 \pm 0,28$ L hingga $7,60 \pm 0,38$ L. Hal ini mengindikasikan bahwa rumput gajah dapat ditambahkan sebagai campuran substrat pada produksi biogas dari kotoran sapi hingga 50% (basis kering). Produktivitas biogas dinyatakan dalam dua hal, yaitu produksi biogas harian per satuan volume substrat dan produksi biogas harian per satuan komponen bahan organik yang terdegradasi (VSr). Pada digester sistem semi kontinu produktivitas sangat dipengaruhi oleh total produksi biogas yang dihasilkan dan banyaknya bahan organik yang terdegradasi oleh bakteri. Api menyala yang kecil saat pertama biogas bisa dibakar (hari ke 15) menjadi makin besar (hari ke-18) dan kurang lebih satu bulan kemudian memberikan nyala api yang besar. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan metana telah tinggi. Menurut Uwar dkk. (2012) kadar CO₂ berpengaruh terhadap pembakaran CH₄. Pembakaran bahan bakar tanpa CO₂ akan menghasilkan api berwarna biru sedangkan api berwarna kuning kemerahan menunjukkan bahwa kadar CO₂ yang terkandung dalam biogas cukup tinggi. Ihsan (2013) menyatakan bahwa uji nyala yang menghasilkan warna biru

menunjukkan adanya unsur metana di dalam biogas dan diperkirakan memiliki kandungan metana dalam gas sekitar 45%. Junaedi (2018) melaporkan bahwa kandungan metana pada biogas yang dihasilkan dari rumput gajah mencapai 51,8% setelah kurang lebih 2 bulan sejak pengisian substrat (agus hariyanto et al., 2019).

4. KESIMPULAN

Limbah kotoran sapi dan limbah sisa pakan yakni pakan rumput gajah di Peternakan Sapi Kabupaten Mojokerto memiliki potensi untuk diolah menjadi produk bernilai ekonomi melalui konsep ekonomi sirkular, yakni limbah kotoran sapi digunakan sebagai bahan baku pembuatan batu batako dan limbah sisa pakan rumput gajah digunakan sebagai digester biogas. Hasil percobaan membuktikan bahwa batu batako berbahan dasar kotoran sapi, cangkang telur, dan sekam padi memiliki bobot lebih ringan, daya tahan dan daya serap lebih tinggi, serta kuat tekan mencapai rata-rata 50 kg/mm², lebih tinggi dibanding batako konvensional. Selain itu, kotoran sapi berpotensi diolah menjadi biogas dengan campuran bahan baku dari limbah sisa pakan rumput gajah yang memiliki kandungan metana yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif untuk kebutuhan rumah tangga. Konsep ekonomi sirkular (*circular economy*) yang dibahas dalam penelitian ini menekankan pada pemanfaatan kembali limbah peternakan menjadi sumber daya bernilai ekonomi. Penerapan model ini tidak hanya mampu mengurangi emisi gas rumah kaca dan pencemaran lingkungan, tetapi juga meningkatkan pendapatan dan kemandirian energi masyarakat pedesaan. Rekomendasi penelitian meliputi pengembangan pelatihan dan sosialisasi berkelanjutan kepada peternak, membangun kemitraan dengan industri serta proyek lokal, serta penguatan kebijakan pendukung untuk memperluas implementasi ekonomi sirkular dalam pengelolaan limbah peternakan. Model ekonomi sirkular dalam penelitian ini menciptakan siklus model tertutup, limbah peternakan kotoran ternak dan sisa pakan yang sebelumnya mencemari lingkungan kini diubah menjadi produk bernilai, menghasilkan pendapatan tambahan dan mengurangi biaya energi bagi masyarakat desa. Selain itu, pendekatan ini berkontribusi pada pengurangan emisi gas rumah kaca, ketahanan energi, dan keberlanjutan usaha peternakan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya yang telah memberikan dukungan fasilitas penelitian, serta Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Mojokerto atas bantuan data kualitas lingkungan yang digunakan dalam penelitian ini. Ucapan terima kasih disampaikan kepada para peternak di wilayah penelitian yang telah bersedia bekerja sama dan memberikan informasi yang dibutuhkan. Dukungan dan kontribusi semua pihak sangat membantu terselesaikannya penelitian ini.

6. DAFTAR NOTASI

Fc	= kuat tekan benda uji (kg/cm ²)
P	= beban tekan maksimum (kg)
A	= luas bidang tekan (cm ²)
BOD	= Biochemical Oxygen Demand
COD	= Chemical Oxygen Demand
TSS	= Total Suspended Solid

7. DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, A., et al., 2023. Pemanfaatan limbah peternakan dan pertanian untuk mendukung ekonomi sirkular. *Jurnal Pengolahan Limbah Pertanian*, 15(2), pp. 120–130.
- Departemen Pertanian (Deptan), 1991. *Peraturan Menteri Pertanian tentang pengelolaan dan pemantauan lingkungan usaha peternakan*. SK Mentan No. 237/1991 dan SK Mentan No. 752/1994. Jakarta: Departemen Pertanian RI.
- FTSP ITATS, 2019. *Pedoman uji kuat tekan batako dan beton*. Surabaya: Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya.
- Hapsari, P.S., et al., 2009. Pengaruh faktor lingkungan terhadap status kesehatan masyarakat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(2), pp. 67–75.
- Haryanto A, Okfrianas R, Rahmawati W. Pengaruh Komposisi Subtrat dari Campuran Kotoran Sapi dan Rumput Gajah (*Pennisetum purpureum*) terhadap Produktivitas Biogas pada Digester Semi Kontinu. *J ReKayasa Proses*. 2019;13(1):47.
- Herawati, H., 2012. Sektor peternakan sebagai penyumbang emisi gas rumah kaca di Indonesia. *Jurnal Peternakan Indonesia*, 17(3), pp. 45–52.
- Herawati, H. & Wibawa, A., 2010. Produksi biogas dari campuran rumput gajah dan kotoran sapi melalui digesti anaerob. *Jurnal Energi Terbarukan*, 5(1), pp. 22–30.
- Ihsan, M., 2013. Kandungan metana pada biogas hasil fermentasi anaerob. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 9(4), pp. 155–162.
- Junaedi, A., 2018. Analisis produksi biogas dari rumput gajah dan kotoran sapi. *Jurnal Bioenergi*, 12(1), pp. 33–41.

- Kiki, Kurniawan., et al., 2020. Studi pemanfaatan limbah peternakan sebagai bahan bangunan dan sumber energi. *Jurnal Agroindustri*, 11(3), pp. 201–209.
- Laboratorium DLH Kabupaten Mojokerto, 2023. *Laporan hasil uji kualitas limbah cair peternakan sapi*. Mojokerto: DLH Kab. Mojokerto.
- Ramadhian, L., et al., 2008. Konsentrasi gas amonia dari kotoran sapi dan dampaknya terhadap lingkungan. *Jurnal Lingkungan Tropis*, 4(2), pp. 75–83.
- Uwar, H., et al., 2012. Kadar CO₂ dan pengaruhnya terhadap pembakaran metana dalam biogas. *Jurnal Energi Alternatif*, 6(2), pp. 98–104.
- Wita, Fedela., et al., 2024. Model ekonomi sirkular dalam pemanfaatan limbah peternakan. *Jurnal Ekonomi Hijau*, 2(1), pp. 45–55.