

Analisis Suhu Pengomposan Lumpur Tinja Manusia dan Sisa Makanan dengan Metode Larvakomposting

Laras Nur Fadilla¹, Vivin Setiani^{1*}, Ayu Nindyapuspa¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: vivinsetiani@ppns.ac.id

Abstrak

Timbulan lumpur tinja manusia di IPLT dan sampah sisa makanan yang menumpuk dapat menjadi masalah serius ke depannya. Salah satu pemanfaatan lumpur tinja manusia dan sisa makanan yang dapat dilakukan oleh semua orang yaitu pembuatan kompos. Pengomposan pada penelitian ini menggunakan metode larvakomposting *Black Soldier Fly* untuk mempercepat proses dekomposisi sampah. Komposisi sampah yang digunakan yaitu lumpur tinja manusia 100%, lumpur tinja manusia dan sisa makanan (50:50), serta lumpur tinja manusia dan sisa makanan (75:25). Variasi lainnya yaitu variasi volume penambahan MoL kulit pisang kepok yaitu 0 mL, 40 mL, dan 80 mL tiap kilogram bahan kompos. Tujuan penelitian ini yaitu melakukan monitoring parameter suhu selama 15 hari pengomposan dilakukan. Suhu pada hari ke-15 dilakukan analisis berdasarkan SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Pengomposan dilakukan dengan reaktor ukuran 50cm x 50cm x 15cm sehingga memiliki kapasitas 37,5 liter. Hasil analisis parameter suhu kompos telah memenuhi SNI 19-7030-2004 dengan hasil seluruh reaktor memiliki suhu sama dengan suhu air tanah.

Keywords: Kompos, Larva BSF, MoL Kulit Pisang Kepok, Tinja manusia, Sisa Makanan

1. PENDAHULUAN

Permasalahan yang ditimbulkan oleh lumpur tinja (*fecal sludge*) bersifat multidimensi karena sebagian besar kota mengalami urbanisasi dengan cepat yang mengakibatkan peningkatan populasi dan timbulan sampah (Odey dkk., 2017). Lumpur tinja manusia diolah oleh Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) yang terdapat di setiap wilayah Indonesia. Pengolahan lumpur tinja di IPLT merupakan proses pengolahan lanjutan karena lumpur tinja yang telah diolah di tangki septik belum layak dibuang di media lingkungan. Hasil pengolahan biasanya menjadi tumpukan hingga bertahun – tahun sehingga mengering menyerupai tanah. Sampah lainnya yang semakin menumpuk seiring meningkatnya populasi manusia yaitu sisa makanan. Data dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) oleh KLHK menyatakan jumlah timbulan sampah sisa makanan tahun 2022 sebesar 14.517.796,88 ton/tahun. Hal ini akan menjadi masalah bersama apabila tidak dikelola dengan baik oleh pemerintah dan ikut serta seluruh masyarakat Indonesia. Kedua timbulan sampah yang besar ini dapat diatasi dengan pembuatan kompos. Pengomposan merupakan metode pemanfaatan timbulan sampah yang mudah dilakukan oleh setiap orang dan memiliki nilai jual sehingga dapat menambah pendapatan masyarakat (Oktiawan & Priyambada, 2017). Pengomposan adalah transformasi bahan organik mentah menjadi zat yang stabil secara biologis, cocok untuk variasi tanah dan penggunaan tanaman (Hamid dkk., 2019).

Penelitian ini akan memanfaatkan lumpur tinja manusia dan sisa makanan sebagai bahan kompos. Lumpur tinja manusia memiliki kandungan C-Organik 13,83%, N-Total 1,47% dan rasio C/N 9,51. Sedangkan sisa makanan memiliki kandungan C-Organik 14%, N-Total 0,39% dan rasio C/N 35,89. Kandungan yang dimiliki oleh kedua bahan ini dapat dimanfaatkan sebagai kompos agar memiliki nilai rasio C/N sebesar 10-20 sesuai SNI 19-7030-2004. Penelitian ini akan memonitoring suhu harian selama pengomposan berlangsung yaitu 15 hari. Selama pengomposan, peneliti akan memastikan suhu pengomposan stabil agar proses degradasi berjalan dengan baik. Pada hari ke-15 atau hari terakhir pengomposan diharapkan suhu kompos sama dengan suhu air tanah atau berada di bawah 30°C sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Metode yang digunakan yaitu larvakomposting atau pengomposan dengan larva *Black Soldier Fly* agar mempercepat proses degradasi bahan kompos.

2. METODE

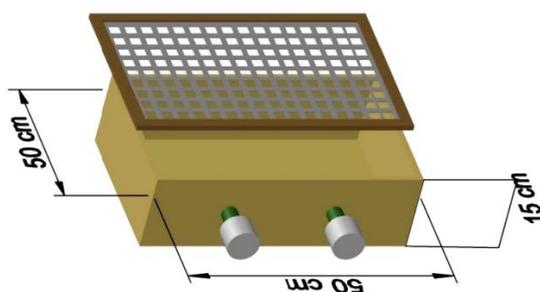
Penelitian ini telah dilaksanakan di Rumah Kompos Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya dan dilakukan selama 15 hari pengomposan. Pengurai sampah dalam proses pengomposan pada penelitian ini adalah larva *Black Soldier Fly* (BSF) usia 5 hari atau 5-DOL. Peneliti ini menggunakan bahan tambahan yaitu biokativator

berupa mikroorganisme lokal (MoL) untuk mempercepat proses penguraian. Mikroorganisme yang digunakan yaitu MoL kulit pisang kepek dengan dosis pemberian tiap 1 kg bahan kompos. Jenis variasi yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 9 Variasi Komposisi Bahan dan Volume Penambahan MoL

| Variasi Bahan | Variasi MoL kulit pisang kepek | | |
|---------------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|
| | 0 mL | 40 mL | 80 mL |
| Lumpur tinja manusia 100% | R1 | R2 | R3 |
| Sisa makanan 50% + lumpur tinja manusia 50% | R4 | R5 | R6 |
| Sisa makanan 25% + lumpur tinja manusia 75% | R7 | R8 | R9 |

Reaktor yang digunakan sebagai alat proses pengomposan pada penelitian ini terbuat dari kayu dengan ukuran 50 cm x 50 cm x 15 cm sebanyak 9 reaktor sesuai dengan variasi yang ditentukan. Reaktor pengomposan dilengkapi dengan tutup jaring agar mempermudah sirkulasi udara serta proses pengomposan tidak terganggu oleh serangga yang memungkinkan masuk ke dalam reaktor. Selain tutup, reaktor ini dilengkapi selang sebagai jalur migrasi larva serta rak susun untuk meletakkan reaktor agar reaktor pengomposan tertata rapi (Ramadhany dkk., 2023). Desain reaktor pengomposan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Desain Reaktor Pengomposan

Prosedur penelitian ini meliputi persiapan reaktor pengomposan, persiapan larva BSF 5-DOL sebagai pengurai, persiapan bahan, pembuatan MoL, dan pengujian karakteristik awal bahan kompos. Tahap awal pengomposan yaitu membuat MoL kulit pisang kepek yang dilakukan dengan metode fermentasi. Menurut Pipiana dkk (2023), pembuatan MoL kulit pisang kepek dimulai dengan menumbuk kulit pisang kepek dan gula hingga halus lalu diletakkan pada baskom. Kemudian menambahkan air sebanyak 1 liter ke dalam baskom. Larutan kulit pisang kepek dan gula yang telah halus diaduk agar bercampur dengan air dan didiamkan selama 7 hari di tempat teduh dan tidak terkena sinar matahari, disimpan dalam keadaan tertutup dan dibuang gasnya setiap hari. Untuk penggunaan MoL kulit pisang kepek sebagai tambahan saat proses pengomposan, cairkan larutan MoL yang telah didiamkan selama 7 hari dan air dengan perbandingan 1:5. Salah satu ciri bahwa MoL kulit pisang ini berhasil, akan tercium bau seperti tape. Namun jika bau seperti air comberan berarti MoL yang dibuat belum berhasil.

Setelah MoL dibuat dan didiamkan selama 7 hari, pengomposan dapat dimulai dengan mengumpulkan semua bahan-bahan pengomposan dari sumber limbah. Pada penelitian ini bahan kompos berupa lumpur tinja manusia yang diperoleh dari IPLT dan sisa makanan yang diperoleh dari warung makan. Bahan kompos dihaluskan dan ditambahkan air hingga bertekstur *slurry* kemudian dimasukkan ke dalam reaktor kompos dan diaduk hingga tercampur. MoL kulit pisang kepek yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam reaktor sesuai dengan variasi yang telah ditentukan untuk tiap reaktor. Aduk lagi agar MoL dan bahan kompos bercampur secara merata. Tahap terakhir yaitu memasukkan larva BSF usia 5 hari secara merata ke seluruh permukaan bahan kompos sebanyak 2,5 gram/reaktor. Proses pengomposan dilakukan dengan pemberian makan 3 hari sekali dan monitoring suhu setiap hari. Suhu harian kompos dilakukan monitoring dengan menggunakan alat yaitu *soil analyzer tester*. Setelah 15 hari, proses pengomposan dapat dihentikan dan kompos dapat dipanen.

Penelitian Dortmunds, (2017) menyatakan bahwa memerlukan 600-800 larva BSF 5 DOL untuk mereduksi 1 kg sampah, dengan perhitungan 2 gram larva BSF 5 DOL sama dengan 962 larva BSF 5 DOL. Jika diambil nilai terkecil yaitu satu kilogram sampah direduksi oleh 600 larva BSF, penelitian ini menggunakan 2,5 gram larva BSF untuk mengomposkan sampah sebanyak dua kilogram atau satu reaktor.

Pengujian karakteristik awal bahan kompos meliputi C-Organik, Nitrogen (N), rasio C/N dan kadar air. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 10 Karakteristik Awal Bahan Kompos

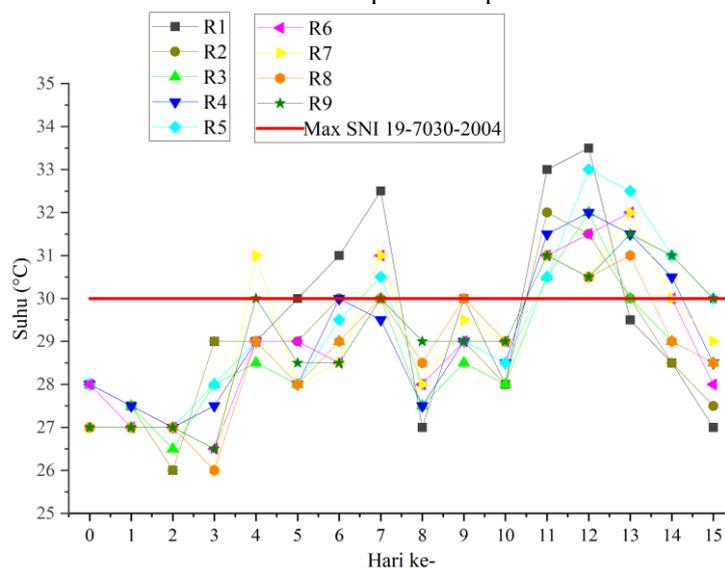
| Komposisi Bahan | C-Organik (%) | N-Total (%) | Rasio C/N | Kadar Air (%) |
|----------------------|---------------|-------------|-----------|---------------|
| Lumpur tinja manusia | 13,83 | 1,47 | 9,41 | 66,34 |
| Sisa makanan | 14 | 0,39 | 35,89 | 75,18 |
| MoL pisang kepok | 0,95 | 0,016 | 59,375 | - |

Menurut Violet (2015), kotoran manusia mengandung unsur-unsur yang dapat digunakan sebagai pupuk untuk bercocok tanam sehingga pengomposan menjadi cara yang cocok agar memiliki karakteristik tekstur, warna dan bau seperti tanah. Pengomposan dapat dijadikan sebagai alternatif untuk mengatasi tingginya kebutuhan energi mineral produksi pupuk dan meningkatnya degradasi tanah karena kotoran manusia mempunyai kandungan fosfor dan nitrogen yang besar (Werner dkk., 2022). Bahan kompos berikutnya yaitu sisa makanan yang merupakan sampah organik dari kegiatan domestik dan sangat berpotensi untuk dijadikan bahan pembuatan kompos. Sisa makanan yang digunakan sebagai bahan kompos tidak boleh berupa sisa tulang dan makanan berminyak seperti keju (Hamid dkk, 2019).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisa Suhu

Parameter suhu dilakukan pemantauan setiap hari selama 15 hari pengomposan dengan alat pengukur yaitu *digital soil analyzer*. Suhu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi laju pengomposan, karena mikroorganisme perombak masing-masing memiliki suhu optimum dalam aktivitasnya (Ekawandani & Anzi Kusuma, 2018). Sama dengan pendapat Palaniveloo dkk (2020) bahwa suhu merupakan salah satu indikator adanya bakteri, jamur dan protozoa yang berperan selama pengomposan. Menjaga nilai suhu agar tetap stabil dan berada pada nilai yang optimal merupakan salah satu cara agar waktu pengomposan lebih cepat (Hamid dkk., 2019). Hasil pemantauan suhu selama 15 hari dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Parameter suhu pengomposan selama 15 hari

Gambar 2 menunjukkan hari ke-0 pengomposan, reaktor 1-6 memiliki suhu 28°C dan reaktor 7-9 memiliki suhu 27°C. Hal ini disebabkan belum adanya proses dekomposisi oleh larva BSF terhadap bahan kompos, sehingga suhu pengomposan relatif sama setiap reaktor. Gambar 2 juga menunjukkan kenaikan suhu pengomposan yang terjadi pada hari ke-4, 7, 9 dan 12. Hal ini karena pada hari tersebut telah dilakukan proses *feeding* bahan kompos yang dilakukan setiap 3 hari sekali. Peningkatan suhu melalui oksidasi bahan organik dapat menguraikan sebagian besar bahan kompos dan meningkatkan stabilitas residu organik (Palaniveloo dkk., 2020). Kenaikan suhu pada kompos disebabkan karena adanya aktivitas degradasi oleh mikroba yang aktif pada fase mesofilik. Pada saat suhu mencapai puncak, mikroorganisme dalam kompos menggunakan oksigen untuk mengurai bahan organik menjadi CO₂, uap air, dan panas. (Farida dkk., 2022).

Pada hari ke-13 hingga hari ke-15 atau waktu panen, suhu mengalami penurunan secara berkala. Proses penurunan suhu pada komposter menunjukkan bahwa proses penguraian mikroorganisme terhadap kompos

sudah mengalami proses kematangan kompos (Walidaini dkk., 2016). Pada hari ke-15 suhu reaktor 1 memiliki suhu 27°C, reaktor 2 memiliki suhu 27,5°C, reaktor 3, 4 dan 8 memiliki suhu 28,5°C, reaktor 5 dan 9 memiliki suhu 30°C, reaktor 6 memiliki suhu 28°C serta yang terakhir reaktor 7 memiliki suhu 29°C. Semua suhu tersebut telah sesuai dengan SNI 19-7030-2004 yaitu suhu yang sama dengan suhu air tanah.

3.2 Uji Statistik

Uji statistik dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi bahan kompos dan penambahan MoL kulit pisang kepek terhadap suhu kompos. Uji pengaruh menggunakan uji MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*) Three ways. Sebelum melakukan uji MANOVA perlu adanya uji normalitas dan homogenitas untuk mengetahui data telah berdistribusi normal dan homogen. Hasil uji statistik dapat dilihat pada Tabel 3 hingga Tabel 5.

Tabel 3 Hasil Uji Normalitas

| Variasi | Parameter | Metode | Nilai Sig | Batas Sig | Kesimpulan | |
|-----------------|-----------|----------------------------------------|--------------|-----------|------------|--------|
| Komposisi bahan | Suhu | Tinja manusia 100% | Shapiro-Wilk | 0,923 | >0,05 | Normal |
| | | Tinja manusia dan sisa makanan (50:50) | Shapiro-Wilk | 0,964 | >0,05 | Normal |
| | | Tinja manusia dan sisa makanan (75:25) | Shapiro-Wilk | 0,964 | >0,05 | Normal |
| Penambahan MoL | Suhu | Tinja manusia 100% | Shapiro-Wilk | 0,871 | >0,05 | Normal |
| | | Tinja manusia dan sisa makanan (50:50) | Shapiro-Wilk | 0,987 | >0,05 | Normal |
| | | Tinja manusia dan sisa makanan (75:25) | Shapiro-Wilk | 0,1000 | >0,05 | Normal |

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui persebaran data tersebut normal atau tidak normal. Variabel yang dinyatakan normal jika nilai signifikan kurang dari 0,05. Hasil uji normalitas menunjukkan bahwa data telah berdistribusi normal dengan nilai Sig lebih dari 0,05. Metode yang digunakan dalam uji normalitas ini adalah metode Shapiro-Wilk.

Tabel 4 Hasil Uji Homogenitas

| Variasi | Parameter | Metode | Nilai Sig | Batas Sig | Kesimpulan |
|-----------------|-----------|--------|-----------|-----------|------------|
| Komposisi bahan | Suhu | Levene | 0,715 | >0,05 | Homogen |
| Penambahan MoL | | Levene | 0,553 | >0,05 | Homogen |

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui data yang diperoleh bersifat homogen atau tidak. Jika nilai signifikansi yang didapat >0,05 maka data berasal dari populasi yang memiliki varian sama (Istiana dkk., 2020). Hasil uji homogenitas yang telah dilakukan dapat dikatakan homogen karena nilai Sig lebih dari 0,05. Metode Levene digunakan untuk menguji kesamaan varians dari beberapa populasi yang cocok digunakan untuk uji homogenitas.

Tabel 5 Hasil Uji MANOVA

| Variasi | Parameter | Nilai Sig | Batas Sig | Hipotesis | Kesimpulan |
|------------------------------------|-----------|-----------|-----------|------------------------|-------------|
| Komposisi bahan | Suhu | 0,004 | <0,05 | H ₀ ditolak | Berpengaruh |
| Penambahan MoL | Suhu | 0,004 | <0,05 | H ₀ ditolak | Berpengaruh |
| Komposisi bahan* Penambahan MoL | Suhu | 0,03 | <0,05 | H ₀ ditolak | Berpengaruh |

Uji MANOVA dilakukan setelah uji normalitas dan homogenitas. Uji MANOVA (*Multivariate Analysis of Variance*) merupakan uji statistik yang digunakan untuk mengukur pengaruh variabel independen atau variabel bebas yang berskala kategorik terhadap beberapa variabel dependen atau variabel terikat yang berskala data

kuantitatif. Nilai Sig <0,05 maka hipotesis H₀ ditolak dan kesimpulannya berpengaruh, sebaiknya jika nilai Sig >0,05 maka hipotesis H₀ diterima dan kesimpulannya tidak berpengaruh (Pursitasari dkk., 2024). Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan nilai signifikansi kurang dari 0,05 dapat disimpulkan bahwa H₀ ditolak berarti variasi bahan, penambahan MoL kulit pisang kepok dan gabungan antara kedua variasi tersebut memiliki pengaruh terhadap suhu pengomposan.

4. KESIMPULAN

Pada penelitian ini diperoleh kesimpulan bahwa nilai suhu pada kompos cenderung berubah-ubah karena adanya proses *feeding* bahan kompos dan proses degradasi bahan organik. Pada hari ke-15 suhu kompos semua reaktor telah memenuhi SNI 19-7030-2004 yaitu sama dengan suhu air tanah. Variasi bahan dan variasi penambahan MoL kulit pisang kepok mempengaruhi hasil uji statistik secara signifikan.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Tahun 2024.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Dortmans, B., Diener, S., Verstappen, B., & Zurbrügg, C. (2017). Black Soldier Fly Biowaste Processing. In Black Soldier fly biowaste processing. A step-by-step guide. Swiss Agency for Development and Cooperation (SDC) and the Swiss State Secretariat for Economic Affairs (SECO) (Vol. 4877).
- Ekawandani, N., & Anzi Kusuma, A. (2018). Pengomposan Sampah Organik (Kubis Dan Kulit Pisang) Dengan Menggunakan EM4. *Arini Anzi Kusuma TEDC*, 12(1), 38–43.
- Farida, A. †, Setiani, V., & Nindyapuspa, A. (2022). Pengomposan Sampah Daun Angsana menggunakan *Cacing Eisenia fetida* dengan Penambahan MOL Nasi Basi. 5(1), 97–101.
- Hamid, H. A., Qi, L. P., Harun, H., Sunar, N. M., Ahmad, F. H., & Muhamad, M. S. (2019). Development of Organic Fertilizer from Food Waste by Composting in UTHM Campus Pagoh. *Journal of DApplied Chemistry and Natural Resources*, 1(1), 1–6.
- Istiana, M. E., Satianingsih, R., & Yustitia, V. (2020). Pengaruh Realistic Mathematics Education terhadap Kemampuan Literasi Matematika Siswa. *UNION: Jurnal Ilmiah Pendidikan Matematika*, 8(3), 423–430.
- Odey, E. A., Li, Z., Zhou, X., & Kalakodio, L. (2017). Fecal sludge management in developing urban centers: a review on the collection, treatment, and composting. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 23441-23452.
- Oktiawan, W., & Priyambada, I. B. (2017). *Optimalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Dengan Pengomposan Lumpur Tinja (Studi Kasus Iplt Semarang)*. 3(2), 53–57.
- Palaniveloo, K., Amran, M. A., Norhashim, N. A., Mohamad-Fauzi, N., Peng-Hui, F., Hui-Wen, L., Kai-Lin, Y., Jiale, L., Chian-Yee, M. G., Jing-Yi, L., Gunasekaran, B., & Razak, S. A. (2020). Food Waste Composting and Microbial Community Structure Profiling. *Processes*, 8(723), 1–30.
- Pipiana, P. V., Sunarsih, S., & Pratiwi, Y. (2024). Perbandingan Efektivitas Bioaktivator MOL Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* L.) dan EM4 Dalam Pengomposan Limbah Daun *Srobilanthes cusia* Secara Aerob. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7978-7987.
- Pursitasari, I. D., Harianto, B., Wulan, S. S., Hermanto, D., & Ardianto, D. (2024). Multivariat Analysis Of Variance (MANOVA) Di Bidang Kesehatan Dan Pendidikan MIPA. *Jurnal Ilmiah Kanderang Tingang*, 15(1), 117-126.
- Ramadhany, M. W., Apriani, M., Astuti, U. P. 2023. Pengaruh Pemberian Umpan Terhadap Suhu dan Kadar Air pada Pengomposan Limbah Sisa Makanan dan Kotoran Sapi dengan menggunakan Metode Larva Black Soldier Fly. *Conference Proceeding on Waste Treatment Technology*. 6(1), 2623-1727.
- Violet, N. K. (2015). Evaluating the Agronomic Effectiveness of Human Faecal Compost on Maize Yields, Its Influence on Soil Chemical Properties and Soil Fauna Abundance. *Faculty of Agriculture University of Nairobi*.
- Walidaini, R. A., Nugraha, W. D., & Samudro, G. (2016). Pengaruh Penambahan Pupuk Urea Dalam Pengomposan Sampah Organik Secara Aerobik Menjadi Kompos Matang Dan Stabil Diperkaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(2), 1–10.
- Werner, K. A., Poehlein, A., Schneider, D., El-Said, K., Wöhrmann, M., Linkert, I., Hübner, T., Brüggemann, N., Prost, K., Daniel, R., & Grohmann, E. (2022). Thermophilic Composting of Human Feces: Development of Bacterial Community Composition and Antimicrobial Resistance Gene Pool. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1–21.