

Utilization of Sludge from the Sulianti Saroso Hospital Wastewater Treatment Plant as Compost Material

Yeyen Anggraeni^{1,2}, Laila Febrina², Ira Mulyawati², Tiara Zakiyah Pratiwi¹, Siti Maemun^{1,3*}

¹RS Penyakit Infeksi Sulianti Saroso, Jalan Sunter Permai Raya No. 2, Jakarta, Indonesia;

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sahid, Jl. Prof. DR. Soepomo No. 84, Jakarta, Indonesia;

³Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Respati Indonesia, Jakarta, Indonesia;

Article History

Received : June 01th, 2024

Revised : July 01th, 2024

Accepted : July 23th, 2024

*Corresponding Author:

Siti Maemun, RS Penyakit Infeksi Sulianti Saroso, Jalan Sunter Permai Raya No. 2, Jakarta, Indonesia; Email: munttee83@gmail.com

Abstract: Hospital activities generate by-products from the treatment of liquid waste, namely sludge that settles in sedimentation tanks. The sludge produced thus far has been transported by a third party in collaboration with the hospital. This study was conducted to utilize hospital wastewater treatment plant (WWTP) sludge with the aim of determining the moisture content, carbon (C) content, nitrogen (N) content, and C/N ratio in the raw WWTP sludge before and after composting compared to SNI 19-7030-2004 standards. Additionally, the study aimed to identify the average differences in each variation of WWTP sludge and rice husk composition. This research employed an experimental method. The composting process was conducted aerobically with the following variations: 95% WWTP sludge:5% rice husk (A1), 85% WWTP sludge:15% rice husk (A2), 75% WWTP sludge:25% rice husk (A3), and 65% WWTP sludge:35% rice husk (A4), with the addition of EM4 activator 55 ml + 90 ml sugar solution diluted to 300 ml. The preliminary test results for the WWTP sludge showed a moisture content of 68.76%, C content of 28.00%, N content of 14.32%, and C/N ratio of 1.95. From the results of the ANOVA statistical test and Post Hoc Duncan test, it was found that the average variation in WWTP sludge: rice husk composition had a significant difference, with the ideal composition being variation A1 (95% WWTP sludge:5% rice husk).

Keywords: Aeration, EM4, sludge, rice hulks.

Pendahuluan

Rumah sakit merupakan fasilitas kesehatan yang kegiatannya sangat kompleks (Griffin, 2011; Miranda *et al.*, 2020) menimbulkan dampak positif dan dampak negatif bagi masyarakat sekitar (Barasa *et al.*, 2017; Kwame & Petrucka, 2021). Dampak negatif tersebut antara lain berupa cemaran akibat proses pengelolaan limbah cair atau padat yang tidak baik (Abidar *et al.*, 2020; Ghali *et al.*, 2023; Janik-Karpinska *et al.*, 2023). Pengelolaan limbah rumah sakit yang tidak sesuai dapat meningkatkan risiko kecelakaan kerja serta penularan penyakit antara pasien, pekerja, dan masyarakat yang mengunjungi rumah sakit

(Ghali *et al.*, 2023; Janik-Karpinska *et al.*, 2023; Padmanabhan & Barik, 2019).

Rumah Sakit Pusat Infeksi (RSPI) Sulianti Saroso sebagai rumah sakit rujukan penyakit infeksi (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/Menkes/1491/2023 Tentang Rumah Sakit Jejaring Pengampuan Pelayanan Penyakit Infeksi Emerging, 2023) dan *center of excellence* penyakit infeksi (Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK. 01.07/Menkes/6577/2020 Tentang Penetapan Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso Jakarta Sebagai Center of Excellence Penyakit Infeksi Dalam Sistem Ketahanan Nasional Dan Integrasi Fu, 2020) yang menghasilkan limbah dari setiap kegiatan

pelayanan baik limbah padat maupun limbah cair. RSPI Sulianti Saroso mempunyai Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang berizin dari Pelayanan Terpadu Satu Pintu (PTSP) DKI Jakarta dengan kapasitas 460 m³ (Kemenkes, 2022). Sistem pengolahan limbah cair yang digunakan adalah *extended aeration* yang terdiri dari *screening*, ekualisasi, aerasi, sedimentasi, desinfeksi dan filtrasi (Janik-Karpinska *et al.*, 2023; Padmanabhan & Barik, 2019). Limbah cair yang diolah di IPAL berasal dari kegiatan atau bangunan rumah sakit yang bersifat domestik. Limbah cair yang memiliki kandungan Bahan Berbahaya dan Beracun (B3) yang berasal dari laboratorium dan *laundry* dilakukan *pretreatment* terlebih dahulu sebelum masuk ke IPAL.

Hasil uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) sampel lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso pada tahun 2021 tidak ditemukan logam berat maupun kandungan lain yang mengandung Bahan Berbahaya dan Beracun sesuai dengan PP No 101 Tahun 2004 Tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (RSPI Sulianti Saroso, 2022). Salah satu alternatif yang dapat dilakukan agar tidak mencemari lingkungan dan dapat mengurangi biaya yang digunakan untuk pembuangan lumpur IPAL rumah sakit adalah dengan cara dimanfaatkan menjadi pupuk kompos untuk tanaman di lingkungan rumah sakit (Marsono *et al.*, 2023; Radziemska *et al.*, 2021).

Berdasarkan hal tersebut, sebagai upaya

memanfaatkan kembali lumpur IPAL rumah sakit menjadi pupuk kompos, perlu dilakukan pula penelitian lebih lanjut agar tidak menimbulkan masalah baru dikemudian hari dan aman bagi lingkungan. Selain itu, pemanfaatan limbah lumpur IPAL menjadi bahan baku kompos dapat mengurangi pengeluaran anggaran belanja rumah sakit untuk pengangkutan lumpur oleh pihak ketiga. Pupuk kompos yang sudah jadi, dapat juga digunakan untuk pemupukan tanaman di lingkungan rumah sakit. Oleh karena itu, penulis bermaksud untuk melakukan penelitian pemanfaatan Lumpur (*sludge*) IPAL RSPI Sulianti Saroso sebagai bahan baku kompos.

Bahan dan Metode

Desain penelitian

Desain penelitian ini adalah eksperimen yang dilakukan selama 4 minggu di RSPI Sulianti Saroso. Bahan yang digunakan dalam pengomposan adalah lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso, sekam padi dan larutan aktivator EM4. Alat yang digunakan adalah ember cat bekas, timbangan, ayakan, sekop, gelas ukur, dan soil meter. Lumpur IPAL yang diambil adalah lumpur dari bak sedimentasi yang telah melalui proses pengolahan dan pengendapan. Kondisi yang ditetapkan dalam penelitian ini adalah larutan aktivator EM4, pengukuran suhu, pH dan kelembaban, dan pengadukan yang dilakukan seminggu sekali.

Tabel 1. Rancangan Penelitian

No	Nama Reaktor	Lumpur	Sekam Padi	Aktivator	Waktu Pengomposan	Ulangan
1	Kontrol	100 %	0 %	300 ml	4 minggu	1 2
2	A1	95 %	5 %	300 ml	4 minggu	1 2
3	A2	85 %	15 %	300 ml	4 minggu	1 2
4	A3	75 %	25 %	300 ml	4 minggu	1 2
5	A4	65 %	35 %	300 ml	4 minggu	1 2

Keterangan :

Kontrol = Volume Lumpur IPAL + aktivator = 3 kg

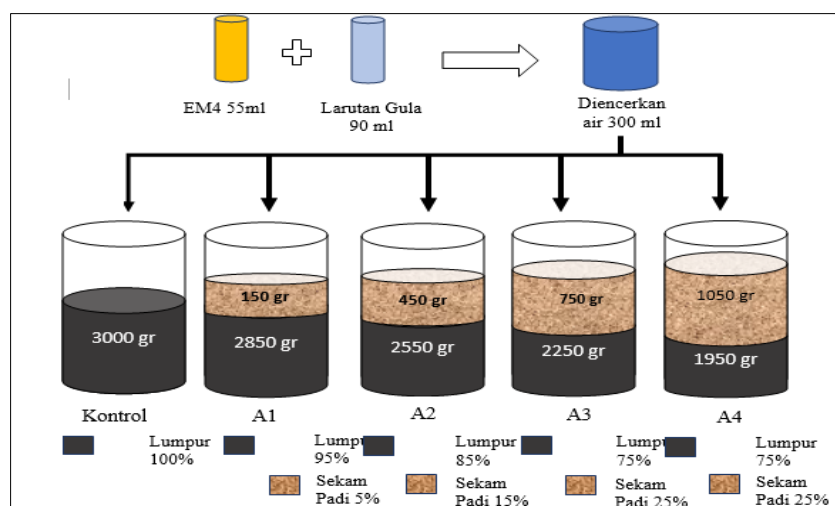
A = Volume Lumpur IPAL + sekam padi + aktivator = 3 kg

Aktivator : EM4 55 ml + larutan gula 90 ml diencerkan dalam 300 ml air

Tahapan penelitian

Tahapan penelitian adalah uji pendahuluan lumpur IPAL meliputi kadar air, kadar karbon (C), kadar nitrogen (N), dan C/N rasio. Persiapan alat dan bahan, pelaksanaan pengomposan, pengukuran suhu, pH dan kelembaban, uji kualitas kompos matang kadar air, kadar karbon (C), kadar nitrogen (N), dan C/N rasio. Tahap terakhir analisis data, pembahasan dan

kesimpulan. Variabel yang divariasikan adalah volume lumpur IPAL, volume sekam padi, dan waktu pengomposan. Rumus umum variasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Lumpur IPAL: sekam padi + EM4 55ml + larutan gula/molase 90ml + volume pengenceran 300 ml selama 4 minggu. Desain rancangan penelitian bisa dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1



Gambar 1. Desain Rancangan Penelitian (Sumber: Dokumen Penelitian, 2023)

Hasil dan Pembahasan

Uji Pendahuluan Lumpur IPAL

Uji pendahuluan pada lumpur IPAL dilakukan oleh peneliti dengan mengukur kandungan air, kadar C, kadar N, C/N rasio, dan

Uji TCLP. Uji pendahuluan ini dilakukan sebelum proses pengomposan (Abid, 2014; Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2015). Hasil Uji pendahuluan lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Pendahuluan Lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian	Baku Mutu (SNI 19-7030-2004)	
				Min	Max
1.	Kadar Air	%	68,76	-	50
2.	Karbon (C)	%	28,00	9,80	32
3.	Nitrogen (N)	%	14,32	0,40	-
4.	C/N rasio		1,95		

Hasil pengujian awal lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso yang dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor (IPB) didapatkan hasil kadar air 68,76 %, kadar C-Organik 28 %, kadar N-total 14,32 % dan C/N rasio sebesar 1,95 %. Pengujian awal lumpur IPAL dilakukan untuk mengetahui kadar air, kadar C-Organik, kadar N-total dan C/N rasio sebelum dilakukan proses pengomposan. Uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure*

(TCLP) (Abid, 2014; Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia, 2015) di Laboratorium terakreditasi yaitu UNILAB PERDANA dilakukan Instalasi Kesehatan Lingkungan RSPI Sulianti Saroso pada bulan April tahun 2021 dan Mei tahun 2022. Hasil uji TCLP lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso Tahun 2021 dan Tahun 2022 memenuhi baku mutu TCLP A dan TCLP B sesuai regulasi yang berlaku (Pemerintah, 2021). Kandungan Bahan

Berbahaya dan Beracun (B3) terkandung dalam lumpur IPAL tahun 2021 dan tahun 2022 memiliki hasil yang hampir sama, sehingga dapat dikatakan sampel lumpur IPAL memiliki karakteristik yang hampir sama pada setiap waktu. Hasil uji TCLP lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso tersebut, maka lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos karena memenuhi standar. Meskipun demikian, lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso tetap perlu ada proses pengomposan agar memenuhi persyaratan SNI 19-7030-2004 (Badan Standardisasi Nasional, 2004).

Hasil pengukuran suhu

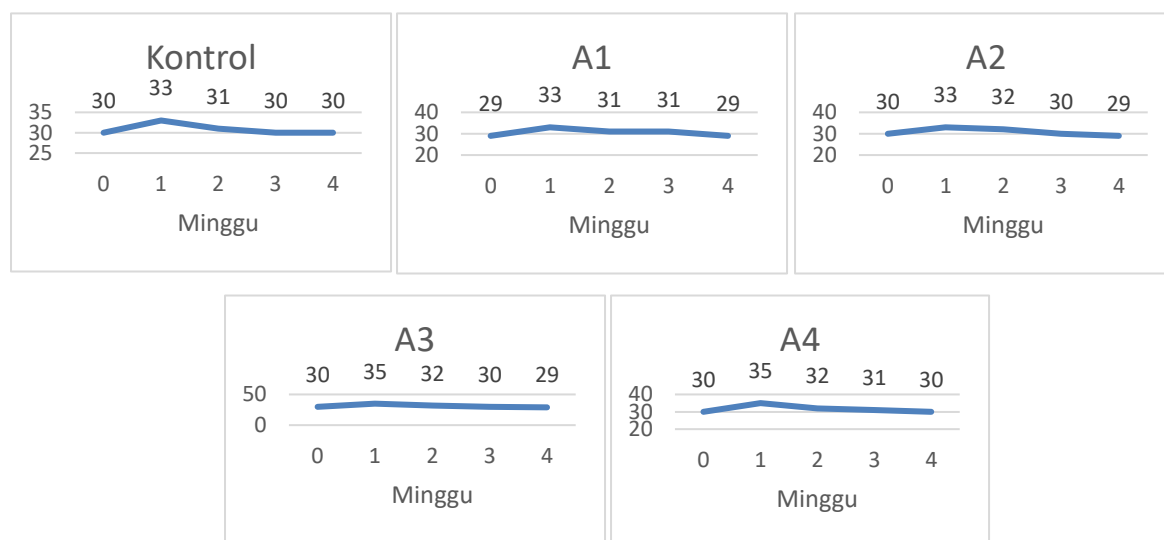
Pengukuran suhu dilakukan setiap minggu dengan tujuan untuk mengetahui suhu yang optimum selama proses pengomposan berlangsung (Hemidat *et al.*, 2018; Massa *et al.*, 2016; Tibu *et al.*, 2019). Suhu ini harus dijaga dan diperhatikan agar mikroorganisme dapat hidup dan mendekomposisi bahan organik sehingga mendapatkan hasil kompos yang sesuai standar yang dipersyaratkan dalam SNI 19-7030-2004 (Badan Standardisasi Nasional, 2004). Hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Tabel 3 dan Gambar 2.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Suhu

Minggu ke-	Variasi				
	Kontrol	95 : 5 (A1)	85 : 15 (A2)	75 : 25 (A3)	65 : 35 (A4)
0	30 °C	29 °C	30 °C	30 °C	30 °C
1	33 °C	33 °C	33 °C	35 °C	35 °C
2	31 °C	31 °C	32 °C	32 °C	32 °C
3	30 °C	31 °C	30 °C	30 °C	31 °C
4	30 °C	29 °C	29 °C	29 °C	30 °C

Data pada Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran suhu dilakukan setiap minggu selama 4 minggu proses pengomposan mengalami perubahan. Perubahan suhu ini terjadi peningkatan pada minggu pertama kemudian pada minggu kedua suhu terus menurun sampai akhir pengomposan. Meskipun demikian, kenaikan suhu kompos tersebut belum

mencapai suhu yang ideal untuk proses pengomposan. Suhu pengomposan yang ideal yaitu 40 – 50 °C (Harwood *et al.*, 2009; Untung, 2014). Suhu pengomposan yang tidak mencapai suhu ideal dapat terjadi karena tinggi timbunan bahan terlalu pendek atau rendah yaitu berkisar antara 40 – 50 cm.



Gambar 2. Pengukuran Suhu

Suhu awal pada kelima variasi selama proses pengomposan berada dalam rentang antara 29°C – 30°C. Terjadi peningkatan suhu di minggu pertama pada semua variasi hingga mencapai suhu tertinggi 35°C pada variasi A3 dan A4, hal ini karena komposisi sekam yang lebih banyak sehingga membuat tumpukan kompos yang lebih tinggi dari variasi lainnya. Suhu kompos pada minggu kedua mulai mengalami penurunan hingga mencapai suhu yang cenderung stabil yaitu antara 29°C – 30°C pada minggu keempat pengomposan dan sudah sama dengan suhu air tanah yang tercantum dalam kompos SNI 19-7030-2004 (Badan Standardisasi Nasional, 2004). Hal tersebut menunjukkan bahwa salah satu ciri kematangan kompos adalah mendekati suhu kamar dan secara fisik kompos matang sudah tidak berbau, berwarna seperti tanah dan tekstur yang lebih halus.

Hasil Pengukuran pH

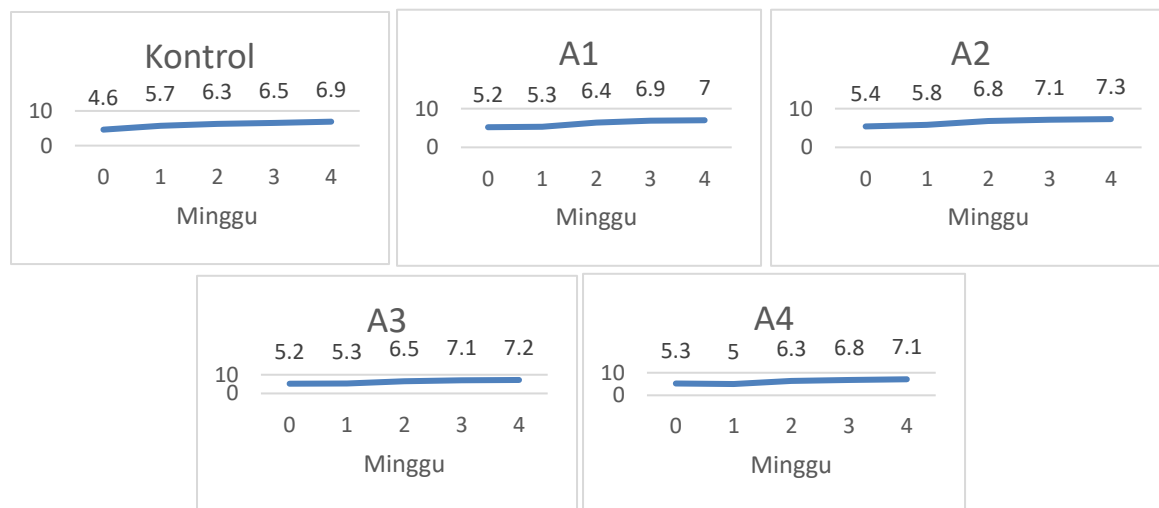
Pengukuran pH perlu dilakukan untuk mengetahui nilai pH selama proses pengomposan agar memenuhi pH kompos yang optimal yaitu berkisar antara 6,0 – 8,0 (Irvan *et al.*, 2018; Zakarya *et al.*, 2018). Derajat keasaman (pH) yang tinggi (basa) akan meningkatkan kebutuhan oksigen dan berakibat buruk bagi lingkungan. Sementara itu pH yang terlalu rendah atau asam akan menyebabkan sebagian mikroorganisme mati (Fajar *et al.*, 2022). Derajat keasaman (pH) yang terlalu tinggi atau basa dapat diturunkan dengan menambahkan urea, pupuk nitrogen, dan kotoran hewan. Sedangkan pH yang terlalu rendah atau asam dapat ditingkatkan melalui penambahan kapur dan abu dapur (Harmawan, 2022; Veronika *et al.*, 2019). Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) pada proses pengomposan selama empat minggu dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran pH

Minggu ke-	Variasi				
	Kontrol	95 : 5 (A1)	85 : 15 (A2)	75 : 25 (A3)	65 : 35 (A4)
0	4,6	5,2	5,4	5,2	5,3
1	5,7	5,5	5,8	5,3	5,0
2	6,3	6,4	6,8	6,5	6,3
3	6,5	6,9	7,1	7,1	6,8
4	6,9	7,0	7,3	7,2	7,1

Tabel 4 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa pada awal pengomposan minggu pertama, pH berada pada rentang 5,0 – 5,8 yang cenderung asam. Kondisi ini terjadi karena kegiatan mikroorganisme dalam mendegradasi bahan

organik kompos. Proses ini terbentuk asam-asam organik sederhana, lalu pH akan meningkat pada minggu berikutnya karena adanya pelepasan amonia dan penguraian protein (Sholikhah & Winarsih, 2019; Tantri *et al.*, 2016).



Gambar 3. Pengukuran pH

Kenaikan pH menjadi netral terjadi pada minggu kedua dan stabil hingga proses pengomposan selesai, yaitu berada pada rentang 6,3 – 7,3. Saat ini, mikroorganisme akan mengubah asam organik yang terbentuk. Sehingga pH kompos mendekati netral (N *et al.*, 2005). Selain itu, perubahan pH dapat terjadi karena adanya pembalikan kompos yang dilakukan selama proses pengomposan. Hal ini menyebabkan gas CO₂ yang terperangkap dalam tumpukan akan terbebas, dan mencegah terjadinya kondisi asam atau turunnya pH pada kompos (Trisakti & Pranatha Sijabat, 2020).

Hasil Pengukuran Kelembaban

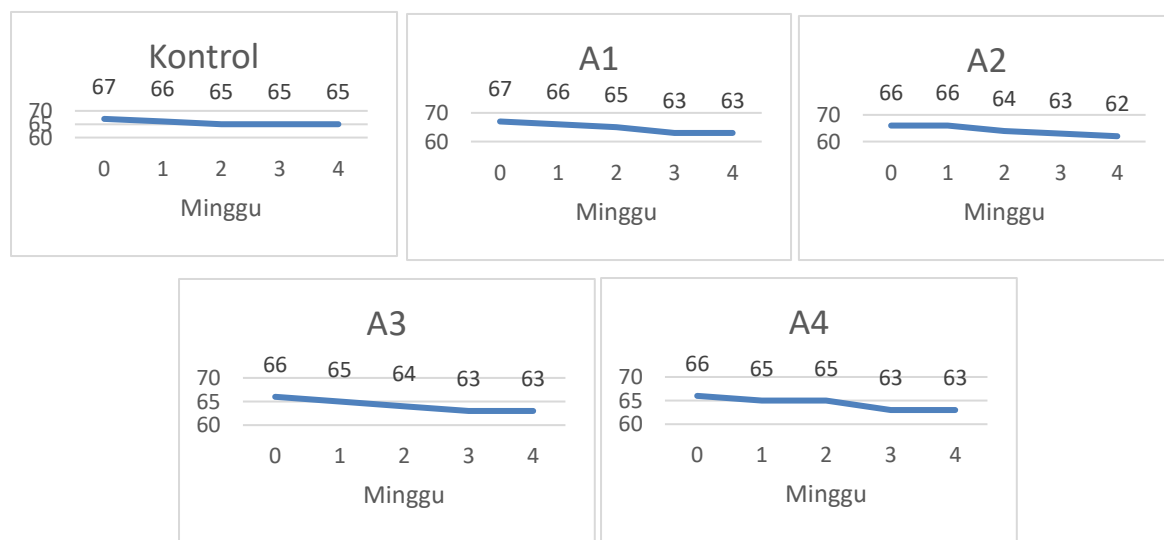
Kelembaban ini perlu dikontrol karena berhubungan dengan proses mikroorganisme dalam melakukan dekomposisi terhadap bahan kompos. Nilai kelembaban pada proses pengomposan tergantung juga dari jenis bahan organik yang digunakan. Secara umum proses pengomposan menurunkan kadar air dalam tumpukan kompos karena adanya penguapan dari aktivitas mikroorganisme (Kim *et al.*, 2016; Yeh *et al.*, 2020). Hasil pengukuran kelembaban pada proses pengomposan selama empat minggu dapat ditunjukkan Tabel 5 dan Gambar 4.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Kelembaban

Minggu ke-	Variasi				
	Kontrol	95 : 5 (A1)	85 : 15 (A2)	75 : 25 (A3)	65 : 35 (A4)
0	67%	67%	66%	66%	66%
1	66%	66%	66%	65%	65%
2	65%	65%	64%	64%	65%
3	65%	63%	63%	63%	63%
4	65%	63%	62%	63%	63%

Tabel 5 terlihat hasil pengukuran kelembaban kompos setiap minggu selama 4 minggu proses pengomposan. Kelembaban kelima variasi pada minggu pertama pengomposan berkisar antara 65-66 %. 50-60% adalah batas standar kelembaban untuk

dekomposisi. Pada nilai kelembaban yang baik, mikroorganisme akan tumbuh dan cukup mendapatkan oksigen dari celah antar partikel bahan organik yang akan dikomposkan (N *et al.*, 2005).



Gambar 4. Pengukuran Kelembaban

Kandungan air yang berlebih dapat menutupi celah udara pada tumpukan kompos. Akibatnya kadar oksigen dalam tumpukan

kompos akan berkurang dan proses pengomposan yang dilakukan oleh mikroorganisme menjadi lebih lambat (Witasari

et al., 2021). Guna meningkatkan kadar oksigen dalam tumpukan dan porositas dengan menambahkan *bulking agent* seperti sekam padi yang memiliki kadar air rendah yaitu 9,02% dan bersifat porus. Akibatnya transfer oksigen dari udara ke tumpukan kompos dapat berjalan lancar. Selain itu, agar kompos dapat langsung diaplikasikan ke tanah dan tanaman perlu ada pengeringan terlebih dahulu atau diangin-anginkan.

Minggu kedua hingga minggu keempat proses pengomposan terjadi penurunan kelembaban dengan rentang 62% - 65%. Hal ini karena panas yang menyebabkan penguapan, pengadukan dan konsumsi mikroorganisme selama masa konversi protein menjadi unsur hara (Dwiratna W. & Setyobudiarso, 2020).

Walaupun terjadi penurunan, namun nilai akhir kelembaban ini masih di atas standar SNI 19-7030-2004 dengan kadar maksimum adalah 50% (Badan Standardisasi Nasional, 2004).

Hasil Pengujian Kadar Air, Kadar Karbon (C), Kadar Nitrogen (N), C/N rasio

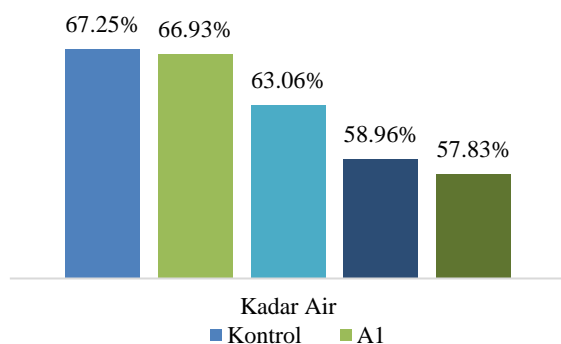
Standar yang menunjukkan bahwa kompos yang dihasilkan sudah matang dan memiliki kualitas yang baik adalah nilai perbandingan karbon dan nitrogen (C/N). Apabila rasio C/N sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004 yaitu 10-20 maka kompos dianggap memiliki kualitas yang baik (Badan Standardisasi Nasional, 2004). Adapun hasil pengujian kadar C, N, air, dan C/N pada kompos yang sudah matang ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Pengujian

No	Parameter	Satuan	Hasil Pengujian					Baku Mutu (SNI 19-7030-2004)	
			Kontrol	A1	A2	A3	A4	Min	Max
1.	Kadar Air	%	67,25	66,93	63,06	58,96	57,83	-	50
2.	Karbon (C)	%	26,34	25,84	26,70	28,81	29,43	9,80	32
3.	Nitrogen (N)	%	2,20	2,06	1,82	1,73	1,37	0,40	-
4.	C/N rasio		11,97	12,54	14,67	16,65	21,48	10	20

Analisa Kadar Air Kompos

Kandungan air dalam kompos yang sudah matang perlu dilakukan analisa kadar air. Kadar air berpengaruh dalam proses percepatan penguraian bahan organik kompos maupun tanah yang akan berguna untuk pertumbuhan tanaman. Analisa kadar air dapat dilihat pada Gambar 5.



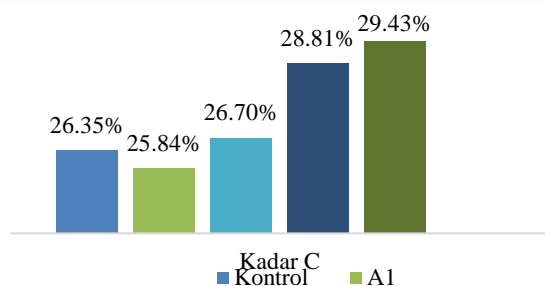
Gambar 5. Grafik Kadar Air Kompos

Kadar air tertinggi yaitu sebesar 67% pada kontrol yang hanya berupa lumpur IPAL dengan ditambahkan larutan aktivator EM4 dan kadar air

terendah itu yaitu 57,83% pada variasi A4 dengan komposisi 65% lumpur IPAL: 35% sekam padi dengan penambahan larutan aktivator EM4 300ml. Apabila dibandingkan dengan standar kadar air kompos maksimal 50%, nilai hasil uji kompos masih di atas standar (Badan Standardisasi Nasional, 2004). Perlu adanya pembalikan yang lebih sering, atau dengan membuka tutup wadah komposter dan diangin-anginkan agar kompos lebih cepat kering (Suprianto & Rappe, 2019).

Analisa Kadar Karbon (C)

Kandungan bahan organik pada bahan baku kompos berkaitan dengan kandungan karbon. Karbon dibutuhkan oleh mikroorganisme sebagai bahan untuk memproduksi sel baru, sumber energi dan pertumbuhan. Analisa kadar karbon (C) pada kompos bertujuan untuk melihat banyak atau sedikitnya kandungan karbon yang terkandung dalam kompos. Analisa kadar karbon (C) dapat dilihat pada Gambar 6.

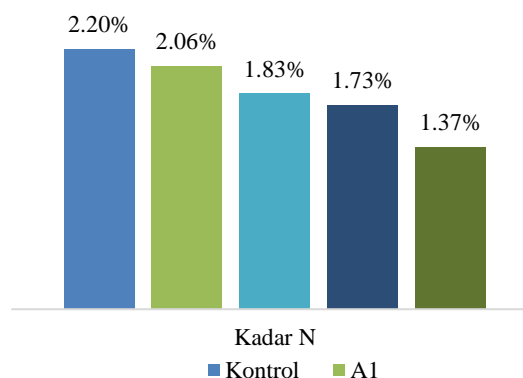


Gambar 6. Grafik Kadar Karbon (C) Kompos

Selama proses dekomposisi bahan organik dibutuhkan mikroorganisme, waktu, dan kondisi lingkungan yang baik sehingga dapat terurai secara sempurna. Menurut Shobib (2020) penurunan C-organik dengan komposisi jerami padi yang lebih banyak berlangsung dalam waktu yang lebih lama karena proses penguraian yang sedikit lebih lambat (Shobib, 2020). Terjadinya penurunan kadar C juga disebabkan aktivitas mikroorganisme yang menggunakan karbon sebagai bahan makanan dan melepaskannya sebagai CO_2 (Witasari *et al.*, 2021). Pada proses pengomposan aerob kurang lebih 2/3 unsur karbon (C) yang menguap menjadi CO_2 dan 1/3 bagian bereaksi dengan nitrogen pada sel hidup mikroorganisme (Ratna *et al.*, 2017). Dari semua hasil pengujian pada semua perlakuan pengomposan, kadar C sudah memenuhi standar yang dipersyaratkan yaitu 9,80% - 32% (Badan Standardisasi Nasional, 2004).

Analisa Kadar Nitrogen (N)

Unsur lain yang dijadikan parameter pengomposan selain kadar C adalah kadar nitrogen (N) (Nawansih *et al.*, 2022; Pranata *et al.*, 2021). Analisa kadar nitrogen (N) dilakukan untuk mengetahui kandungan nitrogen pada kompos yang akan digunakan untuk perkembangan mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Analisa kadar nitrogen (N) dapat dilihat pada Gambar 7. Hasil uji terhadap kadar N pada kompos yang sudah matang jika dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 sudah memenuhi standar yang dipersyaratkan yaitu sebesar minimal 0,40 %. Nitrogen dalam kompos yang digunakan untuk tanaman dalam tanah berasal dari dekomposisi bahan organik kompos (Handayanto *et al.*, 2017).



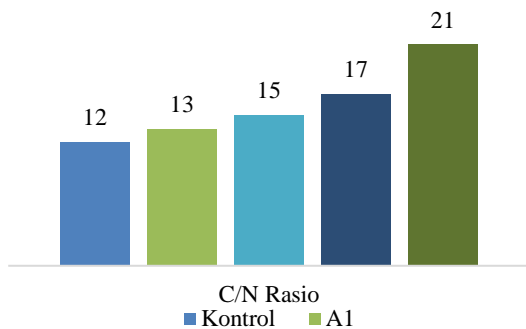
Gambar 7. Grafik Kadar Nitrogen (N) Kompos

Awal proses pengomposan, nitrogen mengalami peningkatan karena nitrogen digunakan untuk mensintesis kandungan protein yang terkandung dalam bahan organik dan menghasilkan amonia. Kadar nitrogen diperlukan oleh mikroorganisme untuk membentuk sel tubuh. Semakin banyak kandungan nitrogen maka mikroorganisme akan lebih cepat menguraikan bahan organik. Pada akhir pengomposan, kadar nitrogen mengalami penurunan yang terjadi karena adanya denitrifikasi oleh mikroorganisme akibat pelepasan nitrogen ke udara. Nitrogen bereaksi dengan air membentuk NO_3^- dan H^+ . Senyawa NO_3^- bersifat sangat larut air, dimana akan terjadi kehilangan nitrogen dalam bentuk gas, dengan reaksi NO_3^- menjadi N_2 dan N_2O (Shobib, 2020).

Analisa C/N Rasio

Tujuan dilakukan proses pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N rasio tanah. Analisa C/N Rasio pada kompos dapat dilihat pada Gambar 8. Nilai C/N rasio pada variasi kontrol, A1, A2 dan A3 sudah memenuhi standar dalam SNI 19-7030-2004 yaitu pada rentang 10-20, kecuali C/N rasio pada variasi A4 dengan nilai C/N rasio tertinggi sebesar 21. Terjadinya peningkatan C/N rasio karena adanya tambahan bahan baku yang memiliki kadar karbon yang tinggi sehingga mikroorganisme dapat menggunakan atau memanfaatkan sumber karbon sebagai energi dan nitrogen sebagai sintesis protein (Pratama *et al.*, 2019; Van Peteghem *et al.*, 2022). Perubahan pada nitrogen dan karbon selama proses pengomposan berlangsung terjadi karena adanya penguraian senyawa organik kompleks menjadi asam

organik sederhana dan penguraian bahan organik yang mengandung nitrogen.



Gambar 8. Grafik C/N Rasio Kompos

Secara umum, dari nilai C/N rasio kelima variasi komposisi lumpur IPAL dan sekam padi terdapat tiga variasi yaitu A1, A2 dan A3 yang dapat dijadikan kompos, sedangkan nilai C/N rasio pada variasi A4 masih belum memenuhi standar sehingga masih perlu adanya penambahan waktu pengomposan untuk mendapatkan nilai C/N rasio yang sesuai standar. C/N rasio tertinggi pada variasi A4 dengan perbandingan 65% lumpur IPAL: 35% sekam padi. Hal ini terjadi karena bahan baku sekam padi memiliki C/N rasio yang cukup tinggi yaitu 39,5 dan komposisi yang banyak sehingga proses pengomposan atau perombakan bahan berjalan lambat (Gafar, 2017).

Kesimpulan

Hasil uji awal pada lumpur IPAL RSPI Sulianti Saroso dengan parameter kadar air sebesar 68,76%, kadar C sebesar 28%, kadar N sebesar 14,32% dan C/N rasio sebesar 1,95%. Suhu dan pH pengomposan sudah sesuai standar SNI dengan rentang 29°C – 30°C. Hasil pengukuran pH sesuai dengan standar SNI yaitu berkisar antara 6,80-7,49. Kelembaban belum memenuhi standar SNI 19-7030-2004 yaitu maksimum 50%. Kadar C, kadar N dan C/N rasio pada kontrol, A1, A2, A3 dan A4 sudah sesuai standar SNI 19-7030-2004 yaitu 9,80-32% untuk karbon, >0,40% untuk kadar nitrogen dan 10 - 20 untuk nilai C/N rasio. Nilai C/N rasio pada variasi A5 masih di atas standar SNI 19-7030-2004. Hasil uji kadar air pada semua variasi kompos matang masih belum memenuhi standar SNI 19-7030-2004 yaitu maksimal 50%.

Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Utama Rumah Sakit Penyakit Infeksi Sulianti Saroso, Direktur SDM, Pendidikan dan Penelitian, Kepala Instalasi K3 dan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit atas perizinan dan dukungan dalam penelitian ini. Kontribusi mereka telah sangat berarti bagi kelancaran dan keberhasilan penelitian kami.

Referensi

- Abid, A. (2014). Studi Pemrosesan Akhir Buangan Padat Dengan Teknologi Konversi Termal. *Teknik Lingkungan FTSP - ITS*, x.
- Abidar, N., Tiskat, S., & Zohra, M. (2020). Chemical Waste Management in Hospital; Impact on Environment and Health. *Journal Wetenskap Health*, 1(2), 36–41. <https://doi.org/10.48173/jwh.v1i2.36>
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. *Badan Standardisasi Nasional*, 12.
- Barasa, E. W., Molyneux, S., English, M., & Cleary, S. (2017). Hospitals as complex adaptive systems: A case study of factors influencing priority setting practices at the hospital level in Kenya. *Social Science & Medicine (1982)*, 174, 104–112. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2016.12.026>
- Dwiratna W., C., & Setyobudiarso, H. (2020). Pengaruh Penambahan Bahan Campuran Pada Pembuatan Kompos Sludge IPAL Pabrik Susu. *Prosiding SEMSINA*, 2, 23–28.
- Fajar, I., Yudha Perwira, I., & Made Ernawati, N. (2022). Pengaruh Derajat Keasaman (pH) terhadap Pertumbuhan Bakteri Toleran Kromium Heksavalen dari Sedimen Mangrove di Muara Tukad Mati, Bali. *Current Trends in Aquatic Science V*, 6(1), 1–6.
- Gafar, M. (2017). *Kajian Aktivator Rumen Kuda dan Penambahan Daun Gamal (Gliricidia Sepium) untuk Mempercepat Pengomposan Sekam Padi*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Ghali, H., Cheikh, A. Ben, Bhiri, S., Bouzgarrou,

- L., Rejeb, M. Ben, Gargouri, I., & Latiri, H. S. (2023). Health and Environmental Impact of Hospital Wastes: Systematic Review. *Dubai Medical Journal*, 6(2), 67–80. <https://doi.org/10.1159/000529432>
- Griffin, D. (2011). *Hospitals: What they are and how they work*. Jones & Bartlett Learning.
- Handayanto, E., Muddarisna, N., & Fiqri, A. (2017). *Pengelolaan Kesuburan Tanah*. Universitas Brawijaya Press.
- Harmawan, T. (2022). Analisis Kandungan Minyak dan Lemak pada Limbah Outlet Pabrik Kelapa Sawit di Aceh Tamiang. *QUIMICA: Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, 4(1), 15–19. <https://doi.org/10.33059/jq.v4i1.4318>
- Harwood, M., Thompson, C., Vicki, M., & Burton, S. (2009). Compost Temperature. *Compost, Compost Tea, & Manuring Project*, July, 4.
- Hemidat, S., Jaar, M., Nassour, A., & Nelles, M. (2018). Monitoring of Composting Process Parameters: A Case Study in Jordan. *Waste and Biomass Valorization*, 9(12), 2257–2274. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-0197-x>
- Irvan, Husaini, T., Trisakti, B., Batubara, F., & Daimon, H. (2018). Composting of empty fruit bunches in the tower composter-effect of air intake holes. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 309(1), 0–8. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/309/1/012066>
- Janik-Karpinska, E., Brancaloni, R., Niemcewicz, M., Wojtas, W., Foco, M., Podogrocki, M., & Bijak, M. (2023). Healthcare Waste-A Serious Problem for Global Health. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/healthcare11020242>
- Kemenkes. (2022). *Laporan Tahunan Instalasi Kesehatan Lingkungan RSPI Prof. Dr. Sulianti Saroso Tahun 2022*.
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/Menkes/6577/2020 Tentang Penetapan Rumah Sakit Penyakit Infeksi Prof. Dr. Sulianti Saroso Jakarta Sebagai Center of Excellence Penyakit Infeksi Dalam Sistem Ketahanan Nasional Dan Integrasi Fu, Pub. L. No. HK.01.07/Menkes/6577/2020 (2020). https://e-renggar.kemkes.go.id/file_performance/1-415706-4tahunan-482.pdf
- Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor HK.01.07/Menkes/1491/2023 Tentang Rumah Sakit Jejaring Pengampuan Pelayanan Penyakit Infeksi Emerging, Pub. L. No. HK.01.07/Menkes/1491/2023 (2023). <https://infeksiemerging.kemkes.go.id/document/download/Z3g>
- Kim, E., Lee, D.-H., Won, S., & Ahn, H. (2016). Evaluation of Optimum Moisture Content for Composting of Beef Manure and Bedding Material Mixtures Using Oxygen Uptake Measurement. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 29(5), 753–758. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0875>
- Kwame, A., & Petrucka, P. M. (2021). A literature-based study of patient-centered care and communication in nurse-patient interactions: barriers, facilitators, and the way forward. *BMC Nursing*, 20(1), 158. <https://doi.org/10.1186/s12912-021-00684-2>
- Marsono, M. R., Zahra, N. L., & Sofiyah, E. S. (2023). Utilization of Sludge from the Communal Wastewater Treatment Plant (WWTP) in the Asrama Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Jagakarsa of South Jakarta City as Basic Material for Organic Fertilizer. *Journal of Sustainable Infrastructure*, 2(2), 72–77. <https://doi.org/10.61078/jsi.v2i2.22>
- Massa, S., Setiyo, & I.W.Widia. (2016). Pengaruh Perbandingan Jerami dan Kotoran Sapi Terhadap Profil Suhu dan Karakteristik Pupuk Kompos yang Dihasilkan. *Jurnal Beta (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 4(2), 69–75.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. (2015). Tata Cara Uji Karakteristik Limbah B3. *Peraturan Pemerintah*, 55, 1–66.
- Miranda, M. A., Salvatierra, S., Rodríguez, I., Álvarez, M. J., & Rodríguez, V. (2020). Characterization of the flow of patients in a hospital from complex networks. *Health Care Management Science*, 23(1), 66–79. <https://doi.org/10.1007/s10729-018-9466->

- 2
- N, D., Kristian, & B.S., S. (2005). *Cara Cepat Membuat Kompos*. PT. Agromedia Pustaka.
- Nawansih, O., Faturrohman, D., Al Rasyid, H., & Utomo, T. P. (2022). Kajian Pengomposan Sludge Digester Biogas Dengan Campuran Kulit Kopi Dan Analisis Finansial (Studi Kasus Biogas Square, Desa Kediri, Kecamatan Gadingrejo, Kabupaten Pringsewu, Provinsi Lampung). *Jurnal Agroindustri Berkelanjutan*, 1(1), 107–120.
- Padmanabhan, K. K., & Barik, D. (2019). Health Hazards of Medical Waste and its Disposal. In *Energy from Toxic Organic Waste for Heat and Power Generation* (pp. 99–118). <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102528-4.00008-0>
- Pemerintah, P. (2021). Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 1(078487A), 483. <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Pranata, I. K. A., Bintang Madrini, I. A. G., & Tika, I. W. (2021). Efek Penambahan Kotoran Sapi terhadap Kualitas Kompos pada Pengomposan Batang Pisang. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 10(1), 93. <https://doi.org/10.24843/jbeta.2022.v10.i01.p09>
- Pratama, B. A., Sabrina, T., & Sembiring, M. (2019). Uji Efektifitas Beberapa Jenis Dekomposer Pada Beberapa Jenis Bahan Kompos. *Jurnal Pertanian Tropik*, 6(18), 142–152.
- Radziemska, M., Gusiatin, Z. M., Beś, A., Czajkowska, J., Mazur, Z., Hammerschmidt, T., Sikorski, Ł., Kobzova, E., Klik, B. K., Sas, W., Liniauskienė, E., Holatko, J., & Brtnicky, M. (2021). Can the Application of Municipal Sewage Sludge Compost in the Aided Phytostabilization Technique Provide an Effective Waste Management Method? In *Energies* (Vol. 14, Issue 7). <https://doi.org/10.3390/en14071984>
- Ratna, D. A. P., Samudro, G., & Sumiyati, S. (2017). Pengaruh Kadar Air terhadap Proses Pengomposan Sampah Organik dengan Metode Takakura. *Jurnal Teknik Mesin Mercu Buana*, 6(2), 124–128.
- Shobib, A. (2020). Pembuatan Pupuk Organik Dari Kotoran Sapi Dan Jerami Padi Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Bioaktivator M-Dec. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 5(1). <https://doi.org/10.31942/inteka.v5i1.3399>
- Sholikhah, I., & Winarsih. (2019). Pengaruh Pemberian Pupuk Cair Organik dan Pupuk Cair Kimia terhadap Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) dengan Metode Hidroponik Sistem Wick. *LenteraBio*, 8(3), 150–155. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lentera-rabio>
- Suprianto, S., & Rappe, E. (2019). Proporsi Sekam Padi Dalam Pembuatan Kompos Limbah Kulit Pisang. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, 19(1), 34. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v19i1.958>
- Tantri, T. P. T. N., Supadma, A. . N., & Arthagama, I. D. M. (2016). Uji Kualitas Beberapa Pupuk Kompos yang Beredar di Kota Denpasar. *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 5(1), 52–62. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/JAT>
- Tibu, C., Annang, T. Y., Solomon, N., & Yirenya-Tawiah, D. (2019). Effect of the composting process on physicochemical properties and concentration of heavy metals in market waste with additive materials in the Ga West Municipality, Ghana. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*, 8(4), 393–403. <https://doi.org/10.1007/s40093-019-0266-6>
- Trisakti, B., & Pranatha Sijabat, I. (2020). Profil pH dan Volatile Suspended Solids pada Proses Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Pupuk Cair Organik Aktif sebagai co-Composting. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 9(1), 11–15. <https://doi.org/10.32734/jtk.v9i1.2668>
- Untung, S. (2014). *Cara Cepat Buat Kompos dari Limbah* (S. Nugroho (ed.); 1st ed.). Penerbar Swadaya.
- Van Peteghem, L., Sakarika, M., Matassa, S., & Rabaey, K. (2022). The Role of Microorganisms and Carbon-to-Nitrogen Ratios for Microbial Protein Production

- from Bioethanol. *Applied and Environmental Microbiology*, 88(22), e0118822.
<https://doi.org/10.1128/aem.01188-22>
- Veronika, N., Dhora, A., & Wahyuni, S. (2019). Pengolahan Limbah Batang Sawit Menjadi Pupuk Kompos Dengan Menggunakan Dekomposer Mikroorganisme Lokal (Mol) Bonggol Pisang. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 29(2), 154–161.
<https://doi.org/10.24961/j.tek.ind.pert.2019.29.2.154>
- Witasari, W. S., Sa'diyah, K., & Hidayatulloh, M. (2021). Pengaruh Jenis Komposter dan Waktu Pengomposan terhadap Pembuatan Pupuk Kompos dari Activated Sludge Limbah Industri Bioetanol. *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 5(1), 31–40.
<https://doi.org/10.33795/jtkl.v5i1.209>
- Yeh, C. K., Lin, C., Shen, H. C., Cheruiyot, N. K., Camarillo, M. E., & Wang, C. L. (2020). Optimizing Food Waste Composting Parameters and Evaluating Heat Generation. In *Applied Sciences* (Vol. 10, Issue 7).
<https://doi.org/10.3390/app10072284>
- Zakarya, I. A., Khalib, S. N. B., & Mohd Ramzi, N. (2018). Effect of pH, temperature and moisture content during composting of rice straw burning at different temperature with food waste and effective microorganisms. *E3S Web of Conferences*, 34, 4–11.
<https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183402019>