

## Optimalisasi Metode Pengomposan pada Rumah Kompos Pelabuhan Tanjung Perak dengan Perbedaan *Feeding Regime* pada Larva *Black Soldier Fly*

Nyoto Sulistiyo<sup>1</sup>, Vivin Setiani<sup>1</sup>, Tanti Utami Dewi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

\*E-mail: tanti.dewi@ppns.ac.id

### Abstrak

Salah satu fasilitas penunjang kegiatan operasional pelabuhan adalah adanya ruang terbuka hijau yang memadai, dan jenis vegetasi yang sangat populer untuk ditanam pada ruang terbuka hijau adalah pohon angkana (*Pterocarpus indicus*). Sejak 2018, Pelabuhan Tanjung Perak telah memanfaatkan kembali limbah dari perantingan pohon angkana (*Pterocarpus indicus*) untuk menjadi kompos. Sayangnya hasil kompos masih berupa daun utuh, sehingga hal ini memberikan ruang untuk dilakukannya perbaikan pada metode pengomposan. Pada penelitian ini, akan dilakukan pengomposan menggunakan larva *Black Soldier Fly* dan mikroorganisme lokal dari bonggol pisang. Bahan kompos berupa limbah daun angkana dicampurkan dengan limbah ikan tenggiri yang berasal dari kegiatan olahan makanan ikan tenggiri. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh perbedaan dosis mol terhadap kualitas kompos. Variasi dilakukan dengan perbedaan dosis mikroorganisme lokal bonggol pisang sebanyak 0 mL/kg, 7 mL/kg, dan 15 mL/kg. Hasil pengomposan menunjukkan bahwa kadar nitrogen total dan fosfor dari kompos tidak dipengaruhi oleh perbedaan penambahan dosis mol. Hasil desain dari reaktor berupa limas trapesium dengan dimensi alas 30 cm x 62 cm x 30 cm dan tinggi 30 cm, sehingga didapatkan volume sebesar 41,4 liter.

**Keywords** : daun angkana, larva *black soldier fly*, limbah ikan tenggiri, kompos

### 1. PENDAHULUAN

Wilayah Pelabuhan Tanjung Perak memiliki banyak fasilitas penunjang untuk memastikan operasional pelabuhan dapat berjalan dengan lancar. Satu diantaranya adalah ruang terbuka hijau. Salah satu jenis pohon yang banyak terdapat pada taman sekitar Pelabuhan Tanjung Perak adalah Pohon Angkana (*Pterocarpus indicus*). Ghaisani (2014) menyebutkan bahwa daun pohon angkana memiliki kandungan N sebesar 3,36%, P<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 3,17%, K<sub>2</sub>O 3,19 % dan C organik 40,58%. Untuk mencegah pertumbuhan yang tidak terkendali, maka kegiatan perantingan pohon perlu untuk dilakukan. Limbah dari kegiatan perantingan ini dapat mencapai 11% dari total sampah yang dihasilkan oleh wilayah Pelabuhan Tanjung Perak (PT. Pelabuhan Indonesia Regional Jawa Timur, 2016).

Sejak tahun 2018, pengelola Pelabuhan Tanjung Perak telah memisahkan sampah kegiatan perantingan dari sampah yang akan diangkut menuju TPA dan membangun rumah kompos sebagai bentuk alternatif pengolahan sampah kegiatan perantingan pohon. Kondisi dari kompos masih berbentuk daun utuh dengan karakteristik yang tidak sesuai dengan SNI 19-7030-2004. Hal ini dapat dikaitkan dengan kandungan karbon pada sampah perantingan yang cukup tinggi dan kandungan nitrogen yang rendah, sehingga rasio C/N dari bahan kompos juga akan tinggi. Nilai rasio C/N yang tinggi tersebut dapat menjadi alasan mengapa hasil pengomposan masih belum maksimal. Untuk menyeimbangkan nilai rasio C/N tersebut, perlu adanya sumber bahan lain yang tinggi akan kandungan nitrogen. Salah satu bahan yang memiliki nilai rasio C/N rendah adalah limbah ikan. (Busato et al., 2018). Jenis limbah ikan yang jumlahnya cukup banyak pada sekitar Tanjung Perak adalah ikan dari keluarga *Scombridae*, yang meliputi tenggiri, tuna, dan cakalang (Badan Pusat Statistik Surabaya, 2021).

Ikan tenggiri merupakan ikan dari keluarga *Scombridae* yang banyak dimanfaatkan tidak hanya sebagai lauk, tetapi juga diolah menjadi berbagai jenis makanan lain misalnya adalah pempek dan kerupuk. Pada proses pembuatan kerupuk ikan tenggiri, hanya bagian daging ikan yang digunakan sebagai bahan pembuatan kerupuk, sehingga bagian tulang, kepala, dan jeroan ikan menjadi limbah yang langsung dibuang. Seperti yang dijelaskan oleh Illera-Vives dkk (2013) bahwa limbah ikan tenggiri memiliki kandungan C-organik sebesar 45,98%, nitrogen total sebesar 9,39%, dan rasio C/N sebesar 4,90 serta kadar air sebanyak 44,34%. Dengan kandungan nutrisi yang cukup tinggi, maka limbah ikan tenggiri berpotensi untuk menjadi bahan pengomposan.

Salah satu metode untuk memperbaiki kualitas pengomposan adalah dengan menggunakan larva sebagai pengurai unsur organik pada bahan kompos. Penggunaan larva dari *Black Soldier Fly* (*Hermetia illucens*) memiliki potensi yang besar untuk dapat membantu proses degradasi bahan organik pada kompos. Kemampuan dari larva BSF dalam mendegradasi juga dipengaruhi jumlah makanan yang diberikan kepada larva. Selain dengan menggunakan larva BSF, proses degradasi pada kompos juga dilakukan oleh mikroorganisme pada kompos. Proses pengomposan secara alami tanpa bantuan mikroorganisme tambahan memang dapat terjadi, tetapi proses tersebut dapat berlangsung sangat lama. Salah satu solusi yang sudah banyak diterapkan untuk mempercepat proses pengomposan adalah dengan menambahkan aktivator mikroorganisme yang telah dibuat sebelumnya. Mikroorganisme lokal dari bonggol pisang dapat menjadi *starter* bagi mikroorganisme untuk dapat menguraikan bahan organik pada limbah daun, mengingat bonggol pisang kaya akan kandungan kalsium, fosfor, magnesium, besi, serat dan protein (Hassan dkk, 2018).

## 2. METODOLOGI

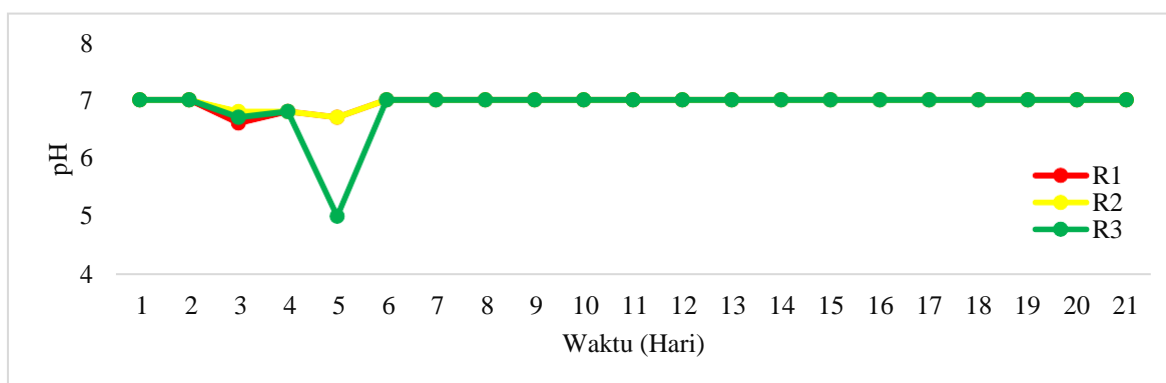
Sebelum dilakukan proses pengomposan, bahan awal kompos berupa daun angkana dan limbah ikan tenggiri perlu untuk dilakukan pengujian pendahulu. Tujuannya adalah untuk mengetahui kandungan C-organik, N-total, dan kadar air bahan sehingga dapat menentukan komposisi dari pengomposan. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa komposisi bahan kompos yang akan digunakan adalah sebesar 79% daun angkana dan 21% limbah ikan tenggiri. Reaktor yang digunakan pada penelitian ini berasal dari bahan kayu yang berbentuk prisma trapesium. Reaktor memiliki dimensi alas sebesar 30 cm x 62 cm x 30 cm dengan tinggi prisma sebesar 30 cm. Dimensi dari reaktor telah dihitung sesuai dengan densitas campuran dari daun angkana dan limbah ikan tenggiri.

Diawal proses pengomposan akan ditambahkan mikroorganisme lokal (mol) dari bonggol pisang, yang berfungsi sebagai *starter* agar proses pengomposan dapat berjalan lebih cepat (Mortier dkk., 2016). Perbedaan dosis mol yang diberikan akan menjadi variabel bebas dalam penelitian ini. Variasi pemberian dosis mol adalah 0 ml/kg, 7 ml/kg, dan 15 ml/kg. Selama periode pengomposan, bahan kompos nantinya akan diberikan setiap hari sebanyak 300 gram untuk 50 gram larva BSF berumur 5 hari. Selama periode pengomposan, nilai pH, kadar air, dan temperatur kompos diukur setiap hari menggunakan *digital soil meter*. Selain pengamatan harian, hasil pengomposan juga akan dianalisis untuk menentukan nilai C-organik, N-total, fosfor, kalium, dan juga rasio C/N.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### a. Nilai pH

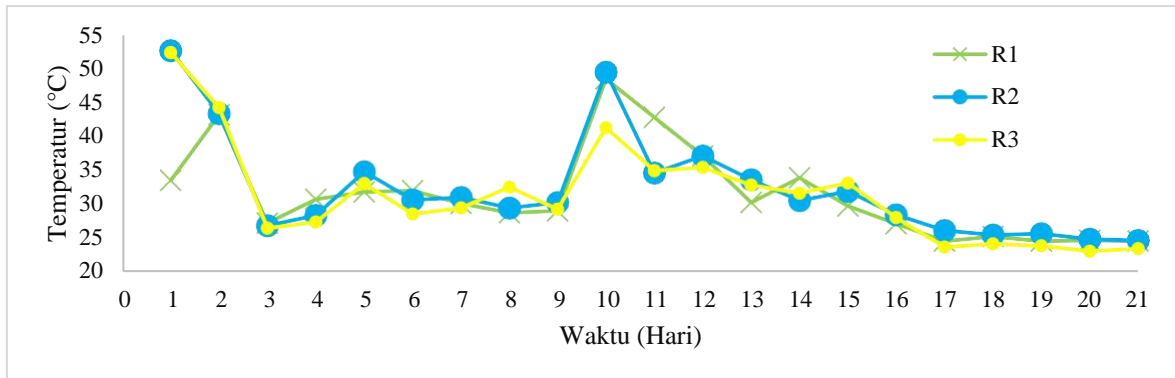
Dari **Gambar 1**, dapat diketahui bahwa hasil pengomposan cenderung berjalan dalam kondisi pH netral (7), kecuali pada hari ketiga, keempat, dan kelima yang memiliki nilai pH berada dalam kondisi asam (5-6,7). Penurunan nilai pH dari kompos dapat dihubungkan dengan aktivitas mikroba yang mendekomposisi bahan kompos dan membentuk asam organik (Setyorini & Saraswati, 2013). Pada hari ke 6 pengomposan, pH sudah mengalami kenaikan, yaitu pada nilai 7. Menurut (Busato dkk., 2018) peningkatan pH ini disebabkan oleh perubahan asam-asam organik menjadi senyawa CO<sub>2</sub> dan munculnya kation-kation basa hasil mineralisasi bahan kompos serta adanya proses pembentukan amonia dari bahan yang mengandung nitrogen, yang akan meningkatkan pH. Ketentuan dari SNI 19-7030-2004 menyebutkan bahwa kompos diharuskan memiliki pH antara 6,8 – 7,49. Seluruh reaktor memiliki pH akhir sebesar 7, sehingga dapat disimpulkan telah memenuhi ketentuan SNI 19-7030-2004.



**Gambar 1.** Hasil Pengamatan pH Harian

## b. Temperatur

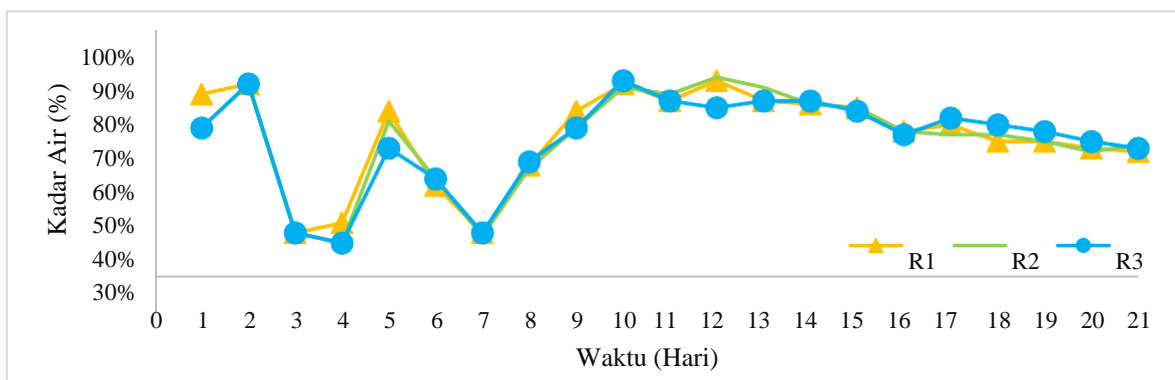
Pada penelitian ini, temperatur pengomposan berkisar dari 23-52,7 °C, sedangkan temperatur optimal untuk larva BSF adalah 30-40 °C (Dortmans, 2017). Temperatur puncak dari masing-masing reaktor terdapat pada hari ke-10 dan ke-11. Hal ini disebabkan oleh metabolisme mikroorganisme kompos yang melepaskan kalor/panas. Temperatur awal bahan tercatat cukup tinggi, sebab karakteristik dari limbah ikan dan daun angšana yang telah dihaluskan dapat menghasilkan panas yang cukup tinggi. Sehingga perlu dilakukan pembalikan selama 7 hari diawal pengomposan untuk mengeluarkan panas yang terperangkap dibagian bawah kompos agar tergantikan dengan bahan yang lebih dingin dibagian atas (Setyorini & Saraswati, 2013). Temperatur berangsur-angsur turun mulai dari hari ke-11 dan ke-12 hingga berakhir pada suhu air tanah 25 °C. Dari SNI 19-7030-2004 menyebutkan bahwa temperatur dari kompos disyaratkan pada kisaran temperatur air tanah (30°C). Sehingga hasil kompos telah memenuhi ketentuan SNI 19-7030-2004.



Gambar 2. Hasil pengamatan temperatur harian

## c. Kadar Air

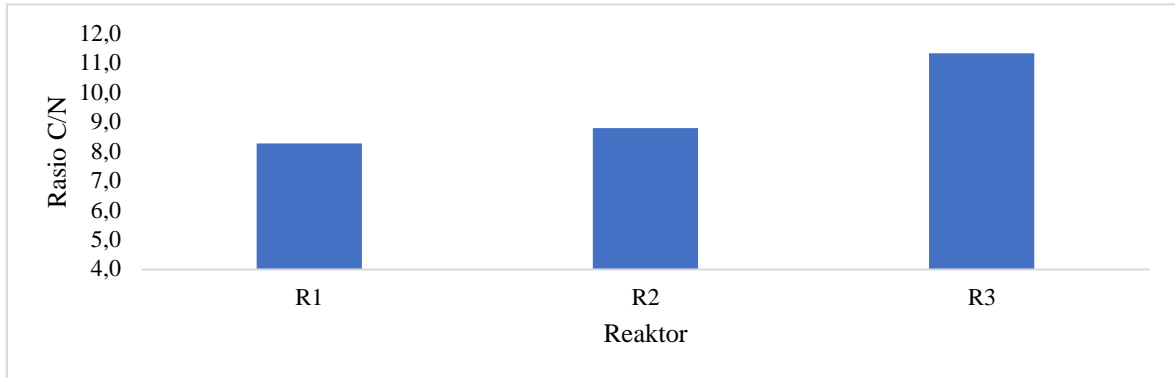
Pada penelitian oleh Dortmans (2017), menyebutkan bahwa larva BSF hidup secara optimum pada rentang kadar air 70-80%. Hal ini karena diharapkan bahan dalam bentuk slurry untuk memudahkan larva untuk makan. Karena penambahan kompos harian dan mingguan pada reaktor, maka kadar air dari bahan menjadi bervariasi. Mikroorganisme menggunakan air sebagai transportasi substansi dan nutrient bahan organik, sehingga dengan adanya air bahan-bahan organik tersebut dapat diuraikan oleh mikroorganisme (Arumsari dkk, 2012). Karena pada proses pembuatan bahan kompos dilakukan penghalusan pada limbah ikan dan daun angšana, menyebabkan tekstur dari kompos berbentuk seperti slurry yang merupakan kondisi bahan yang sesuai untuk dikomposkan oleh larva BSF. Nilai dari kadar air bahan mengalami naik turun pada pengomposan juga dapat dihubungkan dengan proses metabolisme dari mikroorganisme pengomposan. Pada awal proses pengomposan, kadar air bahan kompos turun akibat proses air pada bahan kompos turun kebawah. Kemudian dilakukan pembalikan bahan kompos, yang menyebabkan air pada bagian bawah kompos tercampur rata pada keseluruhan kompos dan kadar air kompos menjadi naik. Proses ini terjadi selama 1 minggu awal pengomposan. SNI 19-7030-2004 menyebutkan bahwa kadar air maksimum dari kompos adalah sebesar 50%, sedangkan kadar air akhir kompos pada reaktor dengan pemberian pakan 3 mingguan, setiap hari, dan setiap minggu berada  $\geq 60\%$ .



Gambar 3. Hasil pengamatan kadar air harian

#### d. Rasio C/N

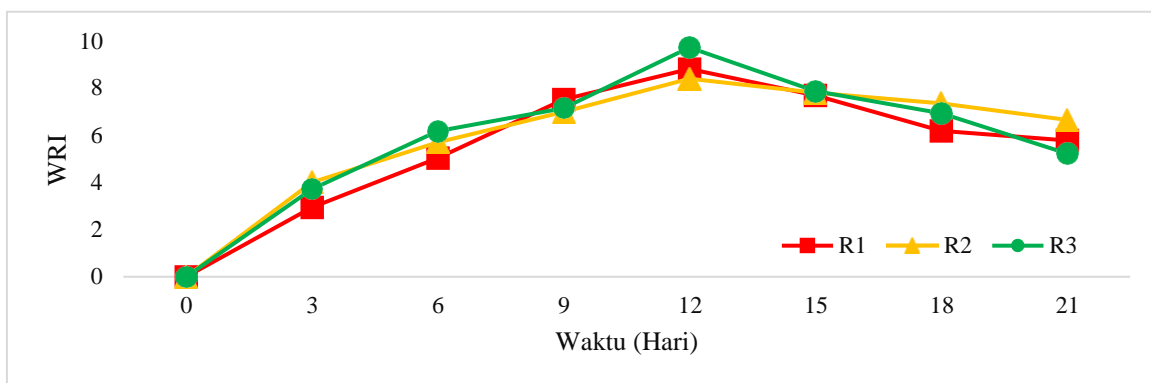
Nilai rasio C/N kompos berada pada angka 8-17. Nilai rasio C/N berhubungan langsung dengan aktivitas mikroorganisme yang membutuhkan karbon sebagai energi dan pembentuk sel, dan nitrogen untuk sintesis protein dan membentuk sel pertumbuhan (Arthawidya dkk., 2017). Pada proses pengomposan, bahan kompos yang memiliki rasio C/N tinggi perlu untuk dicampurkan dengan bahan kompos yang memiliki rasio C/N rendah (Illera-Vives dkk., 2015). Sehingga pada penelitian ini, daun angsa yang memiliki rasio C/N tinggi dicampurkan dengan limbah ikan tenggiri yang memiliki rasio C/N rendah. Nilai rasio C/N yang rendah pada reaktor 4 dan 5 dapat disebabkan oleh nilai nitrogen yang tinggi, sebab bahan kompos ditambahkan setiap hari dan kandungan nitrogen tinggi dari limbah ikan akan terus bertambah setiap harinya, sehingga kadar nitrogen pada kompos akan tetap tinggi (Alves dkk, 2019).



Gambar 4. Hasil perhitungan rasio C/N

#### e. Waste Reduction Index

Nilai penyusutan dari substrat kompos berkisar pada angka 5. Nilai penyusutan substrat paling tinggi adalah pada reaktor dengan pemberian pakan harian dan penambahan mol 7 ml/kg, yakni dengan rata-rata penyusutan substrat sebanyak 5,86. Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nyakeri (2019), juga menyatakan hasil yang sama. Yaitu nilai penyusutan bahan kompos paling tinggi adalah pada reaktor dengan pemberian pakan harian, diikuti oleh reaktor dengan pemberian pakan mingguan, dan yang memiliki nilai paling rendah adalah reaktor dengan pemberian pakan lump sum atau hanya diberikan sekali diawal pengomposan (sama dengan reaktor pemberian pakan 3 mingguan). Hal ini dapat disebabkan oleh pakan yang diberikan pada reaktor harian jumlahnya sedikit, sehingga mikroorganisme dan larva dapat dengan mudah menguraikan sampah tersebut, sedangkan pada reaktor 3 mingguan, jumlah pakan yang diberikan sangat banyak pada awal pengomposan, sehingga proses dekomposisi berjalan lebih lambat dibandingkan pada reaktor dengan pemberian pakan harian dan mingguan (Nana dkk, 2018).



Gambar 5. Hasil pengamatan WRI

#### f. Uji statistika

Uji statistika dilakukan pada hasil pengamatan nilai pH, temperatur, kadar air, rasio C/N, dan WRI kompos terhadap perbedaan penambahan dosis mol bonggol pisang.

**Tabel 1.** Hasil Uji Statistika

Variabel	Uji Normalitas		Uji Homogenitas		Analysis of Variances	
	Metode	P-Values	Metode	P-Value	Metode	P-Values
pH	Ryan-Joiner	>0,100	Levene	0,999	One-way MANOVA	0,001
Temperatur	Ryan-Joiner	>0,100	Levene	0,998	One-way MANOVA	0,001
Kadar Air	Ryan-Joiner	0,075	Levene	0,996	One-way MANOVA	0,001
Rasio C/N	Ryan-Joiner	0,057	Levene	0,986	One-way MANOVA	0,003
Waste Reduction Index	Ryan-Joiner	>0,100	Levene	0,993	One-way MANOVA	0,004

Pengujian normalitas data digunakan untuk mengetahui jika data telah berdistribusi normal secara multivariat atau tidak. Variabel acak X dikatakan berdistribusi normal dengan rata-rata =  $\mu$  dan varians =  $\sigma$ . Selain itu, analisis MANOVA membutuhkan syarat matriks varian-kovarian yang homogen. Pengujian homogenitas dapat dilakukan dengan menggunakan statistik uji Box's M. Jika nilai P-value kurang dari  $\alpha$  (0,05), maka dapat disimpulkan bahwa matriks varian kovarian yang dihasilkan dari data adalah homogen. MANOVA digunakan untuk menguji hubungan antara beberapa variabel bebas dengan variabel terikat yang berjenis numerikal. MANOVA juga dapat menunjukkan perbedaan dari sejumlah variabel terikat (Azies, 2015). Hasil uji MANOVA menunjukkan bahwa nilai signifikansi < 0,050, sehingga dapat disimpulkan bahwa perbedaan penambahan dosis mol memberikan pengaruh signifikan terhadap variabel terikat.

#### 4. KESIMPULAN

Dari penelitian ini menunjukkan bahwa pengomposan terbaik terdapat pada reaktor dengan penambahan dosis mol 7 mL/kg. Hasil kompos dari reaktor tersebut memiliki nilai pH rata-rata 6,967; temperatur akhir 24,6 °C; kadar air akhir 69%; rasio C/N 8,8; dan WRI 5,86.

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

Alves, D., Villar, I., & Mato, S. (2019). *Thermophilic composting of hydrocarbon residue with sewage sludge and fish sludge as cosubstrates: Microbial changes and TPH reduction*. *Journal of Environmental Management*, 239(September 2018), 30–37. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.03.028>

Arthawidya, J., Sutrisno, E., & Sumiyati, S. (2017). Analisis Komposisi Terbaik dari Variasi C/N Rasio Menggunakan Limbah Kulit Buah Pisang, Sayuran dan Kotoran Sapi dengan Parameter C-Organik, N-Total, Fosfor, Kalium dan C/N Rasio Menggunakan Metode *Vermikomposting*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6(3), 1–20.

Azies, H. Al. (2015). Analisis MANOVA (Multivariate Analysis Of Variance) pada Data Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Jumlah *Benzoic Acid* (BA) Dan *Phthalide* (PL) yang Dihasilkan Akibat Proses Destilasi *Phtalic Anhydride* (PA). *Jurnal Statistika*, 1–6. <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780199381135.013.2820>

Badan Pusat Statistik Surabaya. (2021). *Kota Surabaya Dalam Angka (Surabaya Municipality In Figures) 2021*. **BPS Kota Surabaya**, 1–290. <https://surabayakota.bps.go.id/publication.html>

Busato, J. G., de Carvalho, C. M., Zandonadi, D. B., Sodr e, F. F., Mol, A. R., de Oliveira, A. L., & Navarro, R. D. (2018). *Recycling of wastes from fish beneficiation by composting: chemical characteristics of the compost and efficiency of their humic acids in stimulating the growth of lettuce*. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), 35811–35820. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-0795-3>

Ghaisani, T. N. (2014). *Pengaruh Pemberian Kompos Daun Jati (Tectona grandis L.f.), Angsana (Pterocarpus indicus willd.) dan Mahoni (Swietenia mahagoni jacq.) Serta Kombinasinya Terhadap Pertumbuhan Tanaman Carica (Carica pubescens Lenne & K. Koch)*. **Skripsi Jurusan Biologi**, 91. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.

Hassan, H. F., Hassan, U. F., Usher, O. A., Ibrahim, A. B., & Tabe, N. N. (2018). *Exploring the Potentials of Banana (Musa Sapientum) Peels in Feed Formulation*. *International Journal of Advanced Research in Chemical Science*, 5(5), 10–14. <https://doi.org/10.20431/2349-0403.0505003>

- Illera-Vives, M., Seoane Labandeira, S., Brito, L. M., López-Fabal, A., & López-Mosquera, M. E. (2015). *Evaluation of compost from seaweed and fish waste as a fertilizer for horticultural use*. **Scientia Horticulturae**, 186, 101–107. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.02.008>
- Illera-Vives, M., Seoane Labandeira, S., & López-Mosquera, M. E. (2013). *Production of compost from marine waste: Evaluation of the product for use in ecological agriculture*. **Journal of Applied Phycology**, 25(5), 1395–1403. <https://doi.org/10.1007/s10811-013-9997-3>
- Mortier, N., Velghe, F., & Verstichel, S. (2016). *Organic Recycling of Agricultural Waste Today: Composting and Anaerobic Digestion*. **Biotransformation of Agricultural Waste and By-Products: The Food, Feed, Fibre, Fuel (4F) Economy**, 69–124. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803622-8.00004-5>
- PT. Pelabuhan Indonesia Regional Jawa Timur. (2016). *Final Report Studi Pengelolaan Sampah Terpadu Pelabuhan Cabang Tanjung Perak*. 66.
- Setyorini, D., Saraswati, R., & Anwar, E. K. (2013). *Pupuk Kompos*. **Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati**, 11–40.