
**DINAMIKA POPULASI DAN IDENTIFIKASI BAKTERI PADA PROSES
DEKOMPOSISI AWAL CAMPURAN LUMPUR SUSU DAN JERAMI PADI
DENGAN BERBAGAI NISBAH C/N**

***POPULATION DYNAMICS AND IDENTIFICATION OF BACTERIA IN THE
INITIAL DECOMPOSITION PROCESS OF MILK MUD AND RICE STRAW
MIXTURE WITH VARIOUS C/N RATIOS***

Received : June 27th 2023

Accepted : Aug 05th 2023

Endang Kurniawan¹

Eulis Tanti Marlina*²

Deden Zamzam Badruzzaman²

¹Program Studi Ilmu Peternakan
Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran

*Korespondensi:

Eulis Tanti Marlina

¹Program Studi Ilmu Peternakan
Fakultas Peternakan
Universitas Padjadjaran

Jalan Ir. Soekarno Km.21,
Jatinangor – Kabupaten
Sumedang,
Jawa Barat

e-mail:

eulis.tanti@unpad.ac.id

Abstract. Milk sludge has the potential to be converted into compost with the addition of rice straw as a counterbalance in carbon and nitrogen content for a source of microorganism nutrition. Early decomposition is the highest phase of microorganism growth. Microorganisms that play a dominant role are bacteria. This study aims to determine the number, population dynamics, characteristics of bacteria in the initial decomposition process of a mixture of milk sludge and rice straw with differences in the ratio of C / N. The study was conducted for 7 days with experimental and descriptive methods with 3 treatments (P1 = C/N 25, P2 = C/N 27,5, and P3 = C/N 30) and random sampling by sampling. Data on the number of bacterial populations were analyzed using ANOVA while population dynamics and bacterial characteristics used descriptive methods. The number of bacterial populations of each treatment is not influenced by different C/N ratios and has a range of P1 ranging from $0,49 \times 10^{12}$ to $27,93 \times 10^{12}$ cfu/gram, P2 ranging from $0,39 \times 10^{12}$ to $19,32 \times 10^{12}$ cfu/gram, and P3 ranging from $0,95 \times 10^{12}$ to $10,55 \times 10^{12}$ cfu/gram. The population dynamics of bacteria are sigmoid and occur due to temperature fluctuations in the decomposition process. The macroscopic characteristics of each treatment have the same relative shape including filamentous, irregular, circular, rhizoid and white in color and differ on surface and edges. While the microscopic characteristics of bacteria are dominated by rod cell shapes and are gram-positive.

Keywords : *Bacteria, C/N Ratio, Milk Sludge, Preliminary Decomposition, Rice Straw*

Sitasi :

Kurniawan, E., Marlina, E. T. & Badruzzaman, D. Z. (2023). Dinamika Populasi Dan Identifikasi Bakteri Pada Proses Dekomposisi Awal Campuran Lumpur Susu Dan Jerami Padi Dengan Berbagai Nisbah C/N. *Jurnal Teknologi Hasil Peternakan*, 4(2): 141-156

PENDAHULUAN

Industri pengolahan susu merupakan industri peternakan *off farm* yang bekerja dalam produksi dan pengolahan berbagai produk asal susu. Perkembangan industri pengolahan susu di Indonesia saat ini semakin meningkat bersamaan dengan meningkatnya kebutuhan masyarakat terhadap produk olahan susu. Pada tahun 2020 tingkat konsumsi susu nasional sebesar 16,27 kg/kapita/tahun dan akan mengalami peningkatan sebesar 1,6 persen per tahun (BPS 2020). Peningkatan tersebut mendorong industri pengolahan susu untuk memperbesar kapasitas produksinya sehingga secara tidak langsung berpengaruh terhadap meningkatnya volume air limbah yang dihasilkan sebagai hasil samping produksi. Air limbah yang bersumber dari pengolahan susu sebagian besar berasal dari pipa, peralatan unit operasional, pembersihan tangki dan sisa analisis produk susu. Umumnya sebanyak 2,5 – 3,0 liter air limbah yang dihasilkan dari satu liter susu yang bersumber dari proses pengolahan susu (Ritambhara, dkk. 2019). Tingginya volume air limbah hasil industri pengolahan susu, apabila tidak dilakukan penanganan yang baik, maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan.

Penanganan air limbah industri susu umumnya menggunakan serangkaian proses kombinasi fisika, kimia, dan biologi dengan tujuan untuk menurunkan berbagai bahan dan senyawa organik terlarut dengan bantuan bakteri anaerob, kemudian melalui penya-

ringan dengan arang aktif membantu penyerapan berbagai bahan kimia yang tersisa serta memisahkan air dengan padatan. Padatan inilah disebut sebagai lumpur susu. Lumpur susu merupakan produk samping bertekstur semi padat yang bersumber dari penanganan air limbah industri susu dan sebagian besar terdiri dari bahan organik dan nutrisi yang dapat terurai secara alami meliputi karbon dengan konsentrasi relatif tinggi, protein, fosfor, dan kalium (Ramasamy, dkk. 2004; Zhang, dkk. 2018). Berdasarkan kandungan bahan organik tersebut terutama karbon dan protein, lumpur susu berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan kompos melalui tahapan proses dekomposisi awal. Dekomposisi awal merupakan proses mikroorganisme memecah dan menstabilkan bahan organik secara biologis untuk menghasilkan kompos yang stabil secara aerobik dengan memanfaatkan oksigen (Djuarni, dkk. 2006; Putro, dkk. 2016).

Proses dekomposisi awal dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu komposisi bahan, kadar air, ketersediaan oksigen, dan aktivitas mikroorganisme. Komposisi bahan yang tepat ditentukan oleh nisbah C/N yang sesuai melalui perhitungan tertentu. Nisbah C/N merupakan perbandingan antara banyaknya kandungan karbon (C) terhadap nitrogen (N) pada bahan organik. Karbon organik (C) digunakan untuk pemenuhan energi dan pertumbuhan mikroorganisme, sedangkan nitrogen (N) digunakan untuk menyusun protein sebagai pembangun

sel mikroorganisme (Ismayana, dkk. 2012). Nisbah C/N optimal pada awal proses dekomposisi agar efektif dalam menguraikan bahan organik memiliki kisaran 25-30 (Huang, dkk. 2004). Apabila nisbah C/N terlalu rendah (<25) akan menyebabkan kenaikan jumlah pelepasan nitrogen ke udara, sehingga terbentuknya gas amonia. Gas amonia yang terbentuk dapat meracuni beberapa jenis bakteri yang bekerja. Nisbah C/N 25 merupakan nisbah C/N optimal pada proses dekomposisi awal dan menjadikan bakteri mencapai kondisi terbaik untuk melakukan aktivitasnya dalam mensintesis protein pembentuk sel tunggal dan mempertahankan populasinya. Sementara itu, jika nisbah C/N terlalu tinggi (>30) maka bakteri yang bekerja menguraikan bahan organik akan kekurangan nitrogen untuk mensintesis protein sehingga proses dekomposisi akan berjalan lambat (Yoga, dkk. 2016).

Tingginya konsentrasi karbon dan nitrogen pada lumpur susu, maka diperlukan bahan organik yang mampu menyeimbangi konsentrasi karbon dan protein tersebut yaitu Jerami padi. Jerami padi merupakan produk samping tanaman padi yang ketersediaannya cukup melimpah dan termasuk bahan organik yang memiliki nisbah C/N tinggi dengan komponen utama yaitu 34,2% selulosa, 24,5% hemiselulosa, 23,4% lignin, dan silika (Ikhsan, dkk. 2009). Oleh karena itu, melalui perhitungan tertentu diperoleh komposisi lumpur susu dan jerami padi yang tepat untuk digunakan dalam proses dekomposisi awal.

Bahan organik berperan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan mikroorganisme diantaranya adalah bakteri. Bakteri sebagai mikroorganisme pengurai akan mendegradasi bahan organik menjadi bentuk yang lebih sederhana (Yurmiati dan Hidayati. 2008). Pertumbuhan populasi bakteri berkorelasi linier negatif dengan nisbah C/N. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi nisbah C/N maka jumlah bakteri semakin menurun dan semakin rendah nisbah C/N maka jumlah bakteri semakin meningkat (Suprpto dan Suryanto. 2018). Koloni bakteri yang muncul memiliki karakteristik yang berbeda tergantung dari nisbah C/N yang digunakan. Karakteristik bakteri diperoleh melalui proses isolasi menggunakan media *Nutrient Agar* (NA) sebagai media tumbuh bakteri. Identifikasi bakteri berperan untuk menginformasikan morfologi bakteri yang bekerja dalam proses dekomposisi meliputi karakteristik bentuk, permukaan, tepi, warna, dan sifat gram (Putri dan Kusdiyantini. 2018). Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui dinamika populasi, karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri pada proses dekomposisi awal campuran lumpur susu dan jerami padi dengan perbedaan nisbah C/N.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan yaitu penggunaan nisbah C/N 25 (P1), nisbah C/N 27,5 (P2), dan nisbah C/N 30 (P3). Setiap perlakuan

dilakukan pengulangan sebanyak enam kali, sehingga didapatkan 18 unit percobaan. Proses dekomposisi awal dilakukan selama 7 hari. Peubah yang diamati yaitu jumlah bakteri, dinamika populasi bakteri, karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri.

Persiapan dan preparasi sampel diawali dengan mengumpulkan lumpur susu dan jerami padi, kemudian mengeringkan jerami padi hingga kadar air 22% dan mencacahnya hingga berukuran 1-3 cm. Menganalisis bahan meliputi C organik menggunakan metode *walkley black* dan N total menggunakan metode kjeldahl. Hasil analisis C organik dan N total yang diperoleh, selanjutnya menimbang masing-masing bahan sesuai dengan nisbah C/N perlakuan. Mencampurkan kedua bahan dan aduk hingga merata serta memasukkannya ke dalam *compos bag*. Secara bersamaan melakukan pengukuran suhu dan pH setiap hari serta mengambil sampel sebanyak 10 gram.

1. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah lumpur susu, jerami padi, dan air. Bahan yang digunakan dalam analisis adalah $K_2Cr_2O_7$, $FeSO_4$, indikator ferroin, selenium, asam sulfat 95%, $Na_2S_2O_5 \cdot 5H_2O$ (*sodium thiosulphate*), NaOH 40%, asam borat 1%, indikator *Conway*, H_2SO_4 0,052 N, aquades, alkohol 70%, NaCl 0,9%, *Nutrient Agar* (NA), minyak imersi, dan pewarna gram terdiri dari kristal violet, lugol, alkohol 95%, dan air fuchin.

2. Variabel yang diamati

a. Jumlah dan Dinamika Populasi Bakteri

Jumlah bakteri selama proses dekomposisi awal dihitung menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dengan cara *pour plate* pada media NA. Tahapannya mengacu pada Tortora, dkk. (2012) yaitu mengambil sebanyak 10 gram sampel kemudian dihaluskan menggunakan mortar. Memasukkan sampel dalam erlemeyer berisi 90 ml NaCl 0,9%. Memindahkan 1 ml suspensi dengan mikropipet 1000 μ l ke dalam 9 ml NaCl 0,9% sebagai pengenceran 10^{-2} kemudian dihomogenkan dengan vortex dan dilakukan langkah yang sama untuk pengenceran 10^{-3} sampai pengenceran 10^{-10} . Diambil 1 ml dari pengenceran 10^{-10} untuk inokulasikan suspensi dalam cawan petri dan secara *pour plate* dimasukan media NA sebagai nutrisi pertumbuhan bakteri. Mendinginkan cawan yang berisi suspensi dan media hingga membeku serta inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Jumlah bakteri dihitung dengan rumus perhitungan (Sukmawati dan Fahrizal. 2018) sebagai berikut:

$$N = \sum \text{koloni} \times \frac{1}{\text{faktor pengenceran}}$$

Keterangan :

N : Jumlah koloni bakteri per gram (CFU/gram)

\sum Koloni : Jumlah koloni bakteri pada plate (30-300)

b. Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis

Karakteristik makroskopis diperoleh dengan proses identifikasi morfologi bakteri secara visual pada cawan petri berisi media dengan tahapan (Ibrahim, dkk. 2015) yaitu mengamati secara melihat langsung morfologi bakteri yang tumbuh pada media NA, kemudian mencatat karakteristik koloni bakteri meliputi bentuk (*form*), permukaan (*Elevation*), tepi (*margin*), dan warna (*color*). Karakteristik mikroskopis diperoleh dengan proses identifikasi morfologi bakteri menggunakan uji pewarnaan gram dengan tahapan (Sharah, dkk. 2015) yaitu membersihkan preparat dengan alkohol 95%, kemudian dilakukan fiksasi diatas api bunsen. Mengambil isolat bakteri dengan ose secara aseptik, kemudian mengoleskannya pada preparat. Meneteskan preparat dengan kristal violet dan diamkan selama 3 menit, kemudian bilas dengan aquades mengalir. Meneteskan preparat dengan lugol dan diamkan selama 2 menit, kemudian bilas dengan aquades mengalir. Meneteskan preparat dengan alkohol 95% dan diamkan selama 20 detik, kemudian bilas dengan aquades mengalir. Meneteskan preparat dengan air fuchin dan diamkan selama 3 menit, kemudian bilas dengan aquades mengalir.

Selanjutnya fiksasi preparat hingga kering, kemudian meneteskan dengan minyak imersi dan amati dibawah mikroskop dengan perbesaran 1000x. Morfologi bakteri yang diamati meliputi warna, sifat gram (positif dan negatif) dan bentuk sel meliputi bulat (*coccus*), batang (*bacillus*), dan spiral (Dwidjoseputro, 2005).

c. Analisis Statistik

Data jumlah bakteri yang didapatkan dianalisis menggunakan analisis sidik ragam dan dilakukan uji lanjut tukey dengan taraf kepercayaan 95% apabila perlakuan menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap variabel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Jumlah Populasi Bakteri Selama Proses Dekomposisi Awal

Jumlah populasi bakteri pada proses dekomposisi awal campuran lumpur susu dan jerami padi dengan perbedaan nisbah C/N disajikan pada Tabel 1.

Hasil analisis sidik ragam transformasi log menunjukkan bahwa perbedaan nisbah C/N setiap perlakuan pada hari berbeda tidak menunjukkan perbedaan terhadap jumlah populasi bakteri ($P > 0,05$). Nisbah C/N merupakan sumber nutrisi utama bagi pertumbuhan bakteri dan konstituen yang mempengaruhi terjadinya aktivitas bakteri.

Tabel 1. Jumlah Rata-Rata Populasi Bakteri pada Proses Dekomposisi Awal

Hari Ke	P1	P2	P3
x 10 ¹² cfu/gram		
1	27,93	19,32	10,55
2	9,89	1,28	9,78
3	1,20	0,70	3,22
4	1,69	1,01	0,62
5	1,02	1,12	0,94
6	0,63	1,30	1,48
7	0,49	0,39	0,95

Keterangan : P1 (Nisbah C/N 25) ; P2 (Nisbah C/N 27,5) ; P3 (Nisbah C/N 30)

Huang, dkk. (2004) menjelaskan bahwa nisbah C/N optimal pada awal proses dekomposisi agar efektif dalam menguraikan bahan organik berkisar pada C/N 25-30. Pada kisaran nisbah tersebut menjadikan bakteri mencapai kondisi terbaik untuk mempertahankan populasi dan melakukan aktivitasnya dalam mensintesis protein pembentuk sel tunggal (Yoga, dkk. 2016). Bakteri ini bersumber dari bahan yang digunakan yaitu jerami padi dan lumpur susu. Umumnya bakteri pada jerami padi merupakan biodekomposer yang mampu menguraikan komponen lignoselulotik meliputi selulosa, hemiselulosa dan lignin yang bersifat polimer menjadi monomer sederhana (El-hadad, dkk. 2014). Sementara Ritambhara, dkk. (2019) menyebutkan bahwa bakteri pada lumpur susu meliputi *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Enterobacter*, *Streptococcus faecalis*.

Tabel 1. memperlihatkan kisaran jumlah populasi bakteri hasil transformasi 1 x 10¹² cfu/gram setiap perlakuan yaitu nisbah C/N 25 (P1) berkisar 0,49 x 10¹² sampai 27,93 x 10¹² cfu/gram, nisbah C/N 27,5 (P2) berkisar 0,39 x 10¹² sampai 19,32 x 10¹² cfu/gram, dan nisbah C/N 30 (P3) berkisar 0,95 x 10¹² sampai 10,55 x 10¹² cfu/gram. Bakteri memperoleh energi melalui proses metabolisme untuk mereduksi senyawa organik kompleks berupa karbohidrat dan protein menjadi senyawa yang lebih sederhana. Selanjutnya melalui metabolisme dihasilkan unsur karbon (C) yang digunakan bakteri untuk melakukan pertumbuhan dan nitrogen (N) yang digunakan dalam menyusun sel bakteri (Ismayana, dkk. 2012).

Selain itu, memperlihatkan sejalan dengan peningkatan C/N perlakuan, suhu selama proses dekomposisi awal semakin menurun. Hal ini berkaitan

dengan ketersediaan nutrisi berupa unsur karbon (C) dan nitrogen (N) yang dibutuhkan bakteri. Pada P1 kandungan karbon (C) lebih rendah dan nitrogen (N) lebih tinggi maka nitrogen yang dibutuhkan oleh bakteri sebagai nutrisi cukup untuk menghancurkan kandungan karbon yang tersedia, sehingga energi yang dihasilkan oleh metabolisme tersebut lebih tinggi dan proses dekomposisi akan berlangsung lebih cepat daripada P2 dan P3 dengan karbon (C) lebih tinggi dan nitrogen (N) lebih rendah.

Suhu nisbah C/N 25 (P1) berkisar 25°C sampai 33,17°C, nisbah C/N 27,5 (P2) berkisar 25°C sampai 32,67°C dan nisbah C/N 30 (P3) berkisar 25°C sampai 32,67°C. Suhu proses dekomposisi awal secara lengkap disajikan pada Tabel 2 berikut.

Hari nol setiap perlakuan menunjukkan suhu sebesar 25°C, dengan demikian bakteri yang bekerja pada suhu tersebut adalah bakteri mesofilik. Hari kedua suhu berkisar 57,58°C sampai 59,42°C dan hari kedua berkisar 44,17°C sampai 48,50°C. Hal demikian bahwa bakteri yang tumbuh pada suhu tersebut adalah bakteri termofilik. Isroi (2008) menjelaskan bahwa bakteri termofilik tumbuh pada suhu 45°C sampai 60°C. Bakteri termofilik berperan sebagai pengurai karbon dan nitrogen serta melalui pemanfaatan oksigen dan karbohidrat akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, H₂O, dan panas dalam bentuk energi sehingga menyebabkan bahan organik dapat terdegradasi secara cepat. Selain itu, menurut Hidayah, dkk. (2022) menjelaskan bahwa bakteri ini

Tabel 2. Suhu pada Proses Dekomposisi Awal

Hari Ke	P1	P2	P3
 °C		
0	25,00	25,00	25,00
1	57,58	59,42	58,53
2	48,50	47,67	44,17
3	40,67	40,00	37,17
4	38,08	36,15	35,58
5	35,08	34,33	33,67
6	34,58	33,67	33,50
7	33,17	32,67	32,67

Keterangan : P1 (Nisbah C/N 25) ; P2 (Nisbah C/N 27,5) ; P1 (Nisbah C/N 30)

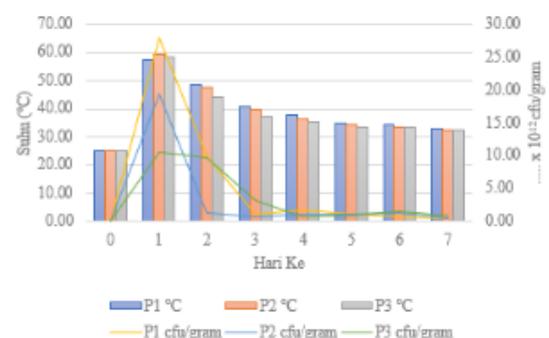
memiliki kemampuan yang tinggi dalam menghasilkan enzim penghancur lignin dan merombak selulosa serta hemiselulosa pada bahan organik secara bersamaan.

Hari ketiga sampai hari ketujuh suhu setiap perlakuan terus mengalami penurunan berkisar $32,67^{\circ}\text{C}$ sampai $40,67^{\circ}\text{C}$. Hal ini menunjukkan bahwa bakteri yang tumbuh pada suhu tersebut adalah bakteri mesofilik. Pada tahap ini bakteri mesofilik kembali mendominasi dan suhu mulai memasuki tahap mesofilik (tahap pematangan). Djuarni, dkk. (2006) menjelaskan bahwa pada tahap mesofilik (tahap pematangan) bakteri termofilik jumlahnya berkurang seiring dengan berkurangnya sumber nutrisi dan bakteri mesofilik mulai beraktivitas kembali yang ditandai dengan penurunan suhu dekomposisi. Bakteri ini akan mendegradasi selulosa yang tersisa dari proses termofilik menjadi karbohidrat yang lebih sederhana tetapi kemampuannya tidak sebaik bakteri termofilik.

2. Dinamika Populasi Bakteri Pada Proses Dekomposisi Awal

Jumlah populasi bakteri pada penggunaan nisbah C/N yang berbeda mengalami perubahan seiring dengan berlangsungnya proses dekomposisi. Aktivitas bakteri pada proses dekomposisi awal menghasilkan sebuah

dinamika populasi bakteri bersamaan dengan terjadinya fluktuasi suhu proses dekomposisi. Selain itu, laju degradasi bahan organik ditentukan oleh sifat bahan organik. Bahan organik dengan rasio C/N rendah akan terurai dengan cepat dan rasio C/N tinggi akan terurai dengan lambat. Rasio C/N tinggi menjadikan aktivitas metabolisme bakteri berkurang dan waktu yang diperlukan dalam pengomposan lebih lama sehingga dihasilkan mutu yang lebih rendah, sementara rasio C/N rendah menjadikan bakteri kelebihan nitrogen yang tidak digunakan dalam metabolisme sehingga tidak dapat diasimilasi dan hilang melalui volatilisasi sebagai amonia (Djuarni, dkk. 2006). Dinamika populasi bakteri dilihat berdasarkan pertumbuhan populasi dari masing-masing populasi bakteri dalam prosesnya menguraikan bahan organik bersamaan dengan waktu proses dekomposisi (Setiarto, 2020). Dinamika populasi bakteri pada proses dekomposisi awal disajikan pada Ilustrasi 1.



Ilustrasi 1. Dinamika Populasi Bakteri Selama Proses Dekomposisi Awal

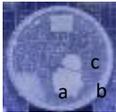
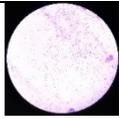
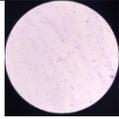
Ilustrasi 1. menunjukkan bahwa aktivitas bakteri akan menghasilkan perubahan suhu. Kelompok bakteri pada proses dekomposisi awal terbagi menjadi dua yaitu bakteri mesofilik dan termofilik. Pada hari pertama dan hari kedua bakteri yang mendominasi adalah bakteri termofilik, sementara hari ketiga hingga hari ketujuh bakteri yang mendominasi adalah bakteri mesofilik akhir. Dilihat dari Ilustrasi 1. bahwa jumlah populasi bakteri termofilik tinggi pada hari pertama dan menurun pada hari kedua. Pada hari ketiga sampai hari ketujuh atau berakhirnya proses dekomposisi awal bakteri termofilik jumlahnya berkurang dan bakteri mesofilik mulai Kembali beraktivitas. Bakteri mesofilik tidak dapat hidup pada suhu tinggi sedangkan bakteri termofilik bersifat sebaliknya dan dapat hidup pada suhu

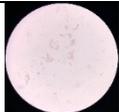
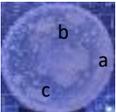
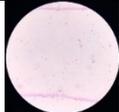
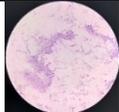
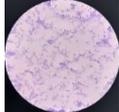
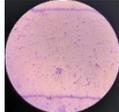
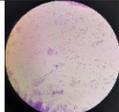
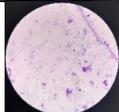
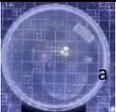
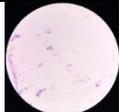
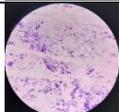
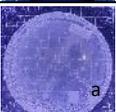
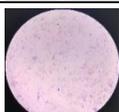
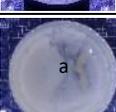
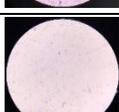
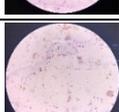
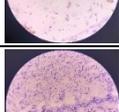
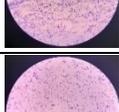
tinggi yaitu pada kisaran suhu 45-60°C. Menurut Widiyaningrum dan Lisdiana (2015) menjelaskan bahwa aktivitas ini ditandai dengan suhu dekomposisi menurun hingga suhu mencapai suhu ruang karena jumlah bahan organik yang terdekomposisi akan berkurang dan panas yang dikeluarkan relatif kecil. Fluktuasi suhu selama proses dekomposisi menunjukkan bahwa aktivitas bakteri termofilik dan mesofilik berperan silih berganti (Pratiwi, 2013).

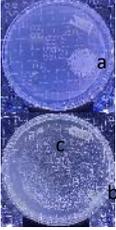
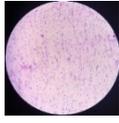
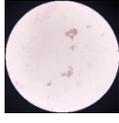
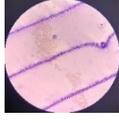
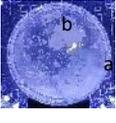
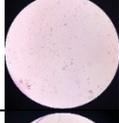
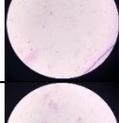
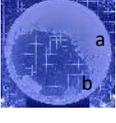
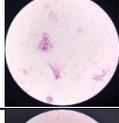
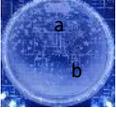
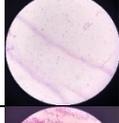
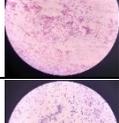
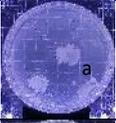
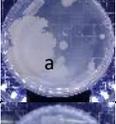
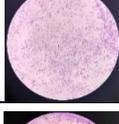
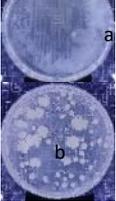
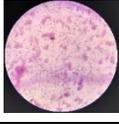
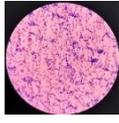
3. Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Bakteri pada Proses Dekomposisi

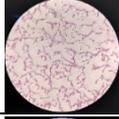
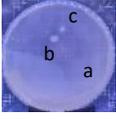
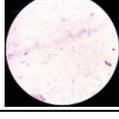
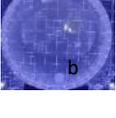
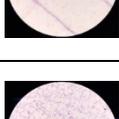
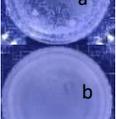
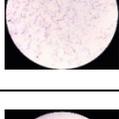
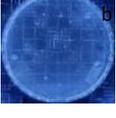
Hasil identifikasi bakteri pada proses dekomposisi diperoleh 47 isolat bakteri. Karakteristik makroskopis dan mikroskopis bakteri pada proses dekomposisi awal disajikan pada Tabel 3.

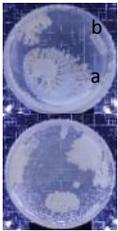
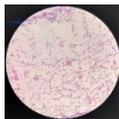
Tabel 3. Karakteristik Makroskopis Koloni Bakteri

Kode Isolat	Penampakan	Karakteristik Makroskopis				Karakteristik Mikroskopis		
		Bentuk	Permukaan	Tepi	Warna	Penampakan	Bentuk Sel	Gram
P1H1A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P1H1B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	-
P1H1C		<i>Circular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+

Kode Isolat	Penampakan	Karakteristik Makroskopis				Karakteristik Mikroskopis		
		Bentuk	Permukaan	Tepi	Warna	Penampakan	Bentuk Sel	Gram
P1H2A		<i>Filamentous</i>	<i>Raised</i>	<i>Lobate</i>	Putih		<i>Coccus</i>	-
P1H2B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P1H2C		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Bacillus Spora</i>	+
P1H3A		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P1H3B		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Coccus</i>	+
P1H4A		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Coccus</i>	+
P1H4B		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Bacillus Spora</i>	+
P1H5A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P1H5B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih		<i>Spiral</i>	+
P1H6A		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P1H7A		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Krem		<i>Bacillus</i>	+
P2H1A		<i>Filamentous</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Coccus</i>	-
P2H1B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Curled</i>	Putih		<i>Bacillus Spora</i>	+
P2H1C		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Bacillus Spora</i>	+

Kode Isolat	Penampakan	Karakteristik Makroskopis				Karakteristik Mikroskopis		
		Bentuk	Permukaan	Tepi	Warna	Penampakan	Bentuk Sel	Gram
P2H2A		<i>Filamentous</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Coccus</i>	+
P2H2B		<i>Rhizoid</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Coccus</i>	-
P2H2C		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	-
P2H3A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih		<i>Coccus</i>	-
P2H3B		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P2H4A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Coccus</i>	+
P2H4B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Curled</i>	Putih		<i>Coccus</i>	+
P2H5A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P2H5B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Coccus Spora</i>	+
P2H6A		<i>Irregular</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P2H7A		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Krem		<i>Coccus</i>	+
P3H1A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Bacillus Spora</i>	+
P3H1B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+

Kode Isolat	Penampakan	Karakteristik Makroskopis				Karakteristik Mikroskopis		
		Bentuk	Permukaan	Tepi	Warna	Penampakan	Bentuk Sel	Gram
P3H1C		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Krem		<i>Bacillus Spora</i>	+
P3H2A		<i>Filamentous</i>	<i>Umbonate</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P3H2B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Undulate</i>	Putih		<i>Spiral</i>	+
P3H2C		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Coccus</i>	+
P3H3A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Coccus</i>	+
P3H3B		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Entire</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P3H4A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P3H4B		<i>Circular</i>	<i>Flat</i>	<i>Curled</i>	Putih		<i>Coccus</i>	-
P3H5A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P3H5B		<i>Rhizoid</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P3H6A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+
P3H6B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Curled</i>	Putih		<i>Coccus Spora</i>	+

Kode Isolat	Penampakan	Karakteristik Makroskopis				Karakteristik Mikroskopis		
		Bentuk	Permukaan	Tepi	Warna	Penampakan	Bentuk Sel	Gram
P3H7A		<i>Filamentous</i>	<i>Flat</i>	<i>Filiform</i>	Putih		<i>Coccus</i>	+
P3H7B		<i>Irregular</i>	<i>Flat</i>	<i>Lobate</i>	Putih		<i>Bacillus</i>	+

Keterangan : P1 (Perlakuan 1), P2 (Perlakuan 2), P3 (Perlakuan 3); H1-H7 (Hari ke-); A, B, C (Kode Isolat).

Tabel 3. memperlihatkan karakteristik mikroskopis bakteri pada hari pertama dan hari kedua memiliki bentuk relatif sama dengan P1 didominasi oleh bakteri berbentuk batang (*bacillus*) dan gram positif, P2 didominasi oleh bakteri berbentuk bulat (*coccus*) dan gram negatif, serta P3 didominasi oleh bakteri berbentuk batang (*bacillus*) dan gram positif. Hal demikian menunjukkan bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri termofilik. Bakteri termofilik berada pada fase eksponensial. Fase eksponensial merupakan fase yang diperlukan oleh bakteri untuk berkembang biak dan kecepatan pertumbuhan berada pada keadaan optimal (Hafsan, 2011). Pada hari ketiga hingga hari ketujuh karakteristik mikroskopis bakteri P1 didominasi oleh bakteri berbentuk batang (*bacillus*) dan gram positif serta bulat (*coccus*) dan gram positif, P2 didominasi oleh bakteri berbentuk batang (*bacillus*) dan gram positif serta bulat (*coccus*) dan gram positif, kemudian P3 didominasi oleh bakteri berbentuk

batang (*bacillus*) dan gram positif serta bulat (*coccus*) dan gram positif. Hal demikian menunjukkan bahwa bakteri ini adalah bakteri mesofilik yang berada pada fase stationer dan kemudian diikuti oleh fase kematian. Fase stationer merupakan fase keseimbangan antara pertumbuhan dan kematian sel, selanjutnya bersamaan dengan berakhirnya fase stationer diikuti dengan berhentinya proses metabolisme dan meningkatnya laju kematian bakteri. Pada fase ini ditemukan bakteri yang memiliki spora. Spora pada bakteri berperan sebagai alat pelindung diri dari kondisi lingkungan ekstrim yang merugikan bakteri (Hafsan, 2011).

Uji pewarnaan gram didasarkan pada kemampuan bakteri untuk mempertahankan warna kristal violet saat pewarnaan dengan alkohol (Benson, 2001). Bakteri gram positif tidak mengalami dekolorisasi sehingga akan mempertahankan zat warna kristal violet setelah dibilas dengan alkohol. Sementara bakteri gram negatif mengalami dekolorisasi oleh alkohol se-

hingga tidak memiliki kemampuan untuk mempertahankan zat warna kristal violet pada saat pewarnaan gram (Benson, 2001; Yusmaniar, dkk. 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jumlah populasi bakteri setiap perlakuan tidak dipengaruhi oleh nisbah C/N yang berbeda dan memiliki kisaran yaitu P1 berkisar $0,49 \times 10^{12}$ sampai $27,93 \times 10^{12}$ cfu/gram, P2 berkisar $0,39 \times 10^{12}$ sampai $19,32 \times 10^{12}$ cfu/gram, dan P3 berkisar $0,95 \times 10^{12}$ sampai $10,55 \times 10^{12}$ cfu/gram. Dinamika populasi bakteri berbentuk sigmoid dan terjadi karena adanya fluktuasi suhu proses dekomposisi. Karakteristik makroskopis setiap perlakuan memiliki bentuk relatif sama meliputi *filamentous*, *irregular*, *circular*, *rhizoid* dan berwarna putih serta berbeda pada permukaan dan tepi. Sementara karakteristik mikroskopis bakteri didominasi oleh bentuk sel batang dan gram positif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Hibah Riset Universitas Padjadjaran yang telah membantu proses penelitian ini sehingga dapat dilaksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. (2020). *Konsumsi Susu Nasional 2020*. Badan Pusat Statistik. Jakarta.

Benson. (2001). *Microbiological Applications Laboratory Manual in General Microbiology*. 8th ed. New York: The McGraw-Hill.

Djuarni, N., Kristian, B. S., & Setiawan. (2006). *Cara Tepat Membuat Kompos*. Jakarta: Agromedia Pustaka.

Dwidjoseputro. (2005). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. 16th ed. Malang: Djambatan.

El-haddad, M. E., Zayed, M. S, El-Sayed, G. A.M & El-satar, A. M. A. (2014). Evaluation of Compost, Vermicompost and Their Teas Produced From Rice Straw as Affected by Addition of Different Supplements. *Annals of Agriculture Sciences*, 59(2), 243–251. <https://doi.org/10.1016/j.aogas.2014.11.013>

Hafsan. (2011). *Mikrobiologi Umum*. Makassar: Alauddin Press.

Hidayah, E. N., Jatmiko, D., & Maylita, D. (2022). Pengaruh Waktu Pengomposan dan Perbandingan Debu Sabut Kelapa dengan Kotoran Kambing terhadap Kualitas Pupuk Organik. *Enviro US*, 2(2), 15-20.

Huang, G. F., Wong, W. C., Wu, Q. T., & Nagar, B. B. (2004). Effect of C/N on Composting of Pig Manure With Sawdust. *Waste Management*, 24(8), 805–813. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2004.03.011>

- Ibrahim, A., Fridayanti, A & Delvia, F. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL) dari Buah Mangga (*Mangifera Indica* L). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 1(2), 159-163.
<https://doi.org/10.51352/jim.v1i2.29>
- Ikhsan, D., Yulianto, M. E., & Hartati, I. (2009). Pengembangan Bioreaktor Hidrolisis Enzimatis untuk Produksi Bioetanol dari Biomassa Jerami Padi. *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah*, 7(1), 1-13.
<https://doi.org/10.36762/jurnaljateng.v7i1.205>
- Ismayana, A., Indrasti, N. S., Suprihatin, A. M., & Tip, A. F. (2012). Faktor Rasio C/N Awal dan Laju Aerasi pada Proses Co-Composting Bagasse dan Blotong. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 22(3), 173-179.
- Isroi. (2008). *Kompos*. Bogor: Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Pratiwi. (2013). Analisis Kualitas Kompos Limbah Persawahan dengan MOL sebagai Dekomposer. *Jurnal Agroteknologi Tropika*, 2(4), 195-203.
- Putri, A. L., & Kusdiyantini, E. (2018). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Pangan Fermentasi Berbasis Ikan (Inasua) yang Diperjualbelikan di Maluku Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 6-12.
- Putro, B. P., Walidaini, R. A., Samudro, G., & Samudro, W. D. (2016). Peningkatan Kualitas Kompos Sampah Organik Kampus dengan Diperkaya Pupuk NPK dan Urea. Prosiding SNST Ke-7 Fakultas Teknik Universitas Wahid Hasyim, (pp. 17-22). Semarang, Indonesia.
- Ramasamy, E. V., Gajalakshmi, V., Sanjeevi, R., Jithesh, M. N., & Abbasi, S. A. (2004). Feasibility Studies on The Treatment of Dairy Wastewaters with Upflow Anaerobic Sludge Blanket Reactors. *Bioresource Technology*, 93(2), 209-212.
<https://doi.org/10.1016/j.biortech.2003.11.001>
- Ritambhara, Z., Vijayaraghavalu, S., Prasad, H. K., & Kumar, M. (2019). *Treatment and Recycling of Wastewater from Dairy Industry*. Gateway East, Singapore: Applied Environmental Science and Engineering for a Sustainable Future.
- Setiarto, R. H. B. (2020). *Teknologi Produksi Biogas Berbasis Mikrobiologi*. 1st ed. Bogor: Guepedia.
- Sharah, A., Karnila, R., & Desmelati. (2015). Pembuatan Kurva Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat yang Diisolasi dari Ikan Peda Kembang (*Rastrelliger* sp.). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 2(2), 1-8.

- Sukmawati, R. & Fahrizal, A. (2018). Analisis Cemar Mikroba pada Daging Ayam Broiler di Kota Makassar. *Scripta Biologica*, 5(1), 51-53. [10.20884/1.sb.2018.5.1.799](https://doi.org/10.20884/1.sb.2018.5.1.799)
- Suprpto, A. & Suryanto, A. (2018). Hubungan Nisbah C/N dengan Total Bakteri Sedimen pada Tambak Bandeng (*Chanos Chanos* Forsk) Semi Intensif di Desa Wonorejo Kendal. *Management of Aquatic Resources Journal*, 6(1), 26-32. <https://doi.org/10.14710/marj.v6i1.19807>
- Tortora, G. J., Funke, B. R., & Case, C. L. (2012). *Microbiology: An Introduction with Mastering Microbiology*. San Francisco: Pearson Educations.
- Widiyaningrum, P., & Lisdiana, L. (2015). Efektivitas Proses Pengomposan Sampah Daun dengan Tiga Sumber Aktivator Berbeda. *Rekayasa*, 13(2), 107-113. <https://doi.org/10.15294/rekayasa.v13i2.5604>
- Yoga, P. A., Marlina, E. T., & Badruzza-man, D. Z. (2016). Pengaruh Nisbah C/N Pada Campuran Feses Sapi Perah dan Jerami Padi Terhadap Kandungan N, P, K Pada Pupuk Organik Cair. *Student E-Journal Unpad*, 5(4), 1-6.
- Yurmiati, H. & Hidayati, Y. A. (2008). Evaluasi Produksi Dan Penyusutan Kompos Dari Feses Kelinci pada Peternakan Rakyat. *Jurnal Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner Universitas Padjadjaran*.
- Yusmaniar, W. & Khairun, N. (2017). *Bahan Ajar Farmasi : Mikrobiologi dan Parasitologi*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Zhang, W., Alvarez-Gaitan, J., Dastyar, J., Saint, W., Zhao, C., & Short, M. (2018). Value-Added Products Derived from Waste Activated Sludge: A Biorefinery Perspective. *Water*, 10(5), 545-565. <https://doi.org/10.3390/w10050545>