

selama 0, 2, 4, 6 dan 8 jam. Data TPC dinyatakan dalam satuan koloni per gram sampel (CFU/gr/mL) dan disajikan dalam bentuk tabel berikut :

Tabel 6
Hasil Pemeriksaan TPC Di Makanan Lawar Plek Khas Bali Pada Suhu Penyimpanan Suhu Ruang 25°C dan Suhu Kulkas 4°C

Suhu	Waktu	Pengulangan			Rata-Rata	TPC (CFU/gr)	Keterangan
		1	2	3			
25°C	0	295.000	295.000	295.000	295.000	2.95×10^5	Tidak Memenuhi
	2	294.000	295.000	295.000	295.000	2.95×10^5	Tidak Memenuhi
	4	52.900	53.500	53.800	53.400	5.34×10^4	Memenuhi
	6	250.000	295.000	295.000	280.000	2.80×10^5	Tidak Memenuhi
	8	295.000	295.000	295.000	295.000	2.95×10^5	Tidak Memenuhi
4°C	0	214.000	200.000	184.000	199.333	1.99×10^5	Tidak Memenuhi
	2	68.000	63.600	70.500	67.367	6.74×10^4	Memenuhi
	4	53.500	42.300	44.800	46.200	4.62×10^4	Memenuhi
	6	191.000	197.000	225.000	204.333	2.04×10^5	Tidak Memenuhi
	8	210.000	225.000	191.000	208.667	2.09×10^5	Tidak Memenuhi

Berdasarkan hasil perhitungan Total Plate Count (TPC), dapat diketahui bahwa suhu dan waktu penyimpanan memberikan pengaruh nyata terhadap jumlah angka kuman pada makanan tradisional lawar plek. Pada suhu penyimpanan 25°C, angka kuman pada jam ke-0 dan ke-2 sangat tinggi, yakni sebesar $2,95 \times 10^5$ CFU/gr, yang berarti melebihi batas maksimum yang ditetapkan dalam SNI, yaitu 1×10^5 CFU/gr, sehingga tidak memenuhi syarat kelayakan konsumsi. Menariknya, pada jam ke-4, terjadi penurunan jumlah koloni menjadi $5,34 \times 10^4$ CFU/gr yang berada

di bawah ambang batas dan memenuhi syarat. Namun, setelah waktu penyimpanan mencapai 6 dan 8 jam, angka kuman kembali meningkat tajam menjadi masing-masing $2,80 \times 10^5$ dan $2,95 \times 10^5$ CFU/gr. Hal ini menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu ruang (25°C) hanya aman untuk waktu maksimal 4 jam, karena setelah itu pertumbuhan mikroba meningkat secara signifikan.

Sementara itu, pada suhu penyimpanan dingin (4°C), angka kuman awal berada pada $1,99 \times 10^5$ CFU/gr, yang juga tidak memenuhi syarat. Namun, pada jam ke-2 dan ke-4, angka kuman turun cukup signifikan menjadi $6,74 \times 10^4$ dan $4,62 \times 10^4$ CFU/gr, yang menunjukkan bahwa penyimpanan dingin mampu menekan pertumbuhan mikroba dan memenuhi standar SNI. Sayangnya, tren peningkatan kembali terlihat pada jam ke-6 dan ke-8, di mana TPC meningkat menjadi $2,04 \times 10^5$ dan $2,09 \times 10^5$ CFU/gr, sehingga kembali melewati batas aman. Dengan demikian, penyimpanan pada suhu 4°C juga hanya efektif hingga sekitar 4 jam.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa baik suhu maupun waktu penyimpanan memiliki pengaruh signifikan terhadap jumlah angka kuman pada lawar plek. Penyimpanan yang melebihi 4 jam, baik pada suhu ruang maupun dingin, berisiko meningkatkan kontaminasi mikroba hingga melewati batas aman konsumsi. Oleh karena itu, untuk menjaga kualitas mikrobiologis dan keamanan konsumsi lawar plek, disarankan untuk mengonsumsinya dalam waktu kurang dari 4 jam setelah penyajian, serta menyimpannya pada suhu rendah jika ingin mempertahankan mutu dalam waktu singkat.

4. Hasil analisis data

a. Uji normalitas

Hasil data yang diperoleh dilakukan uji normalitas menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* dan uji *Shapiro-Wilk* karena sampel < 50 .

Tabel 7
Uji Normalitas Kolmogorov-Smirnov dan uji Shapiro-Wilk

Hasil Pemeriksaan (CFU/mL)	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
Waktu Penyimpanan	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
0 jam	.221	6	.200	.939	6	.653
2 jam	.288	6	.130	.895	6	.344
4 jam	.316	6	.061	.838	6	.126
6 jam	.205	6	.200	.950	6	.744
8 jam	.162	6	.200	.969	6	.887
<i>standarized residual</i>	.106	30	.200	.974	30	.656

Hasil uji *shapiro-wilk* pada *standarized residual* data diperoleh nilai signifikansi *p value* 0,656. Nilai ini $> \alpha$ (0,05), sehingga dapat dinyatakan data berdistribusi normal.

b. Uji Homogenitas

Uji selanjutnya yang dilakukan adalah uji homogenitas varian data dengan menggunakan uji *Levene's*. Data penelitian dinyatakan homogen apabila memiliki nilai signifikansi probabilitas (*p value*) $> \alpha$ (0,05).

Tabel 8
Uji Levene's

Hasil Pemeriksaan (CFU/mL)	Levene Statistic	df1	df2	Sig
Based On Mean	1.772	9	20	.137
Based On Median	.434	9	20	.907
Based On Median And With Adjusted df	.434	9	10.893	.896
Based On Trimmed Mean	1.626	9	20	.175

Hasil uji *Levene's* diperoleh nilai signifikansi $p \text{ value} > \alpha$ (0,05), sehingga dapat dinyatakan varian data homogen. Karena data berdistribusi normal dan homogen maka uji dapat dilanjutkan dengan uji *Two Way Anova*. Pada uji *Two Way Anova* hasil dinyatakan terdapat perbedaan bermakna apabila nilai signifikansi $p \text{ value} < \alpha$ (0,05).

c. Uji *Two Way Anova*

Tabel 9
Uji Two Way Anova

Sumber	df	F	Sig
Suhu	1	592.754	.000
Waktu	4	332.599	.000
Suhu dan Waktu	4	73.090	.000

Hasil uji didapatkan nilai signifikansi 0,000 dari nilai suhu dan waktu. Maka nilai ini $< \alpha$ (0,05) dapat disimpulkan terdapat hubungan yang bermakna terhadap jumlah angka kuman di makanan lawar plek khas Bali berdasarkan suhu dan waktu

penyimpanan yang mengindikasikan terdapat pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap jumlah angka kuman lawar plek khas Bali.

B. Pembahasan

1. Analisis hasil pengamatan

Hasil pengujian TPC pada suhu 25°C menunjukkan bahwa hampir seluruh sampel pada perlakuan 0,2,6 dan 8 jam memiliki nilai TPC yang sangat tinggi, yakni berkisar antara 2.80×10^5 hingga 2.95×10^5 CFU/gram. Hanya sampel dengan perlakuan 4 jam yang memiliki nilai TPC di bawah batas maksimum, yaitu 5.34×10^4 CFU/gram, sehingga masih memenuhi syarat keamanan pangan menurut SNI.

Pada penyimpanan suhu 4°C, jumlah mikroba relatif lebih rendah dibandingkan suhu ruang. Terdapat dua sampel yang memenuhi syarat TPC menurut SNI, yaitu di waktu 2 jam (6.74×10^4 CFU/gram) dan 4 jam (4.62×10^4 CFU/gram). Namun, tiga sampel lainnya pada waktu (0,6 dan 8 jam) tetap memiliki nilai TPC di atas ambang batas, dengan rentang 1.99×10^5 hingga 2.09×10^5 CFU/gram namun tidak setinggi pada sampel yang diletakan pada suhu ruangan Meskipun suhu dingin dapat memperlambat pertumbuhan mikroba, data ini menunjukkan bahwa penyimpanan pada suhu 4°C tidak sepenuhnya efektif apabila produk telah mengalami kontaminasi mikroba sejak awal, jika tidak ditangani secara higienis selama proses pengolahan atau adanya

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu penyimpanan terhadap angka kuman di makanan tradisional lawar plek dengan

jenis penelitian true experiment. Total sampel keseluruhan adalah 30 sampel yang terbagi menjadi dua kelompok dan diberikan masing-masing 5 perlakuan.

Dari hasil penelitian menunjukkan adanya fluktuasi yang merupakan perubahan naik-turun atau ketidakstabilan suatu nilai dalam periode waktu tertentu pada jumlah angka kuman (*Total Plate Count*) yang disimpan pada suhu kamar 25°C dan suhu kulkas 4°C. Pada pola angka di suhu kamar yang diamati adalah pada jam ke-0 dan ke-2, jumlah kuman meningkat dan pada jam ke-4 terjadi penurunan jumlah kuman sehingga nilai TPC memenuhi batas syarat sedangkan pada jam ke-6 dan ke-8, jumlah kuman kembali meningkat dan melebihi batas yang ditentukan. Fenomena ini dapat dijelaskan melalui fase pertumbuhan mikroorganisme dan interaksi antara berbagai jenis bakteri yang terdapat dalam bahan makanan. Secara umum, pertumbuhan bakteri melewati empat fase: fase adaptasi, fase log (eksponensial), fase stasioner, dan fase kematian (Hilda Putri, 2020)

Pada fase awal penyimpanan, mikroorganisme mulai beradaptasi dengan lingkungan (*fase lag*) dan mulai berkembang biak secara perlahan menuju *fase log*. Jumlah bakteri pada jam ke-1 dan ke-2 merupakan indikasi bahwa kondisi lingkungan (suhu, kadar air, dan pH) mulai mendukung pertumbuhan. Namun, karena waktu masih relatif singkat dan kompetisi belum maksimal. Kemudian penurunan TPC pada jam ke-4 bakteri bisa berada pada fase stasioner yang dimana jumlah pertumbuhan sel sama dengan jumlah kematian sel. Pada fase ini, metabolit sekunder banyak diproduksi karena bakteri saling mempertahankan diri untuk bertahan hidup dengan cara mengeluarkan metabolit sekundernya dan sebagian lagi teracuni oleh kondisi lingkungan yang berubah akibat metabolit yang

dihasilkan dan disebabkan oleh adanya aktivitas antimikroba alami dalam bahan makanan. Lawar plek yang dibuat dari bahan rempah seperti bawang putih, kunyit, dan daun jeruk mengandung senyawa bioaktif seperti *allicin* dan *curcumin* memiliki sifat antibakteri (Suastina, 2023). namun kembali meningkat pada jam ke-6 dan ke-8. Fenomena fluktuasi ini juga bisa disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme antagonis, seperti bakteri asam laktat (BAL), yang pada waktu tertentu mampu menghasilkan senyawa antimikroba seperti asam laktat atau bakteriosin, sehingga menekan jumlah mikroorganisme lain. Namun, ketika aktivitas bakteri asam laktat menurun atau lingkungan akan kembali mendukung pertumbuhan bakteri lain, jumlah kuman pun meningkat kembali (Aura Hidayat, 2024).

Hal serupa juga terjadi pada suhu penyimpanan 4°C, di mana jumlah TPC tidak menunjukkan tren penurunan stabil sebagaimana yang umum diharapkan pada suhu dingin. Pada jam ke-0 jumlah angka kuman memang lebih berkurang dibandingkan lawar plek yang di simpan pada suhu ruang meskipun begitu jumlah angka kuman tetap tidak memenuhi SNI 7388:2009, batas maksimum *Total Plate Count* (TPC) untuk produk olahan daging. Kemudian pada jam ke-2 dan ke-4 angka kuman mengalami penurunan dan selanjutnya di jam-6 dan ke-8 meningkat lagi walaupun tidak setinggi pada jumlah angka kuman yang diletakan pada suhu ruangan. Pada suhu 4°C merupakan suhu yang memang optimal dalam menghambat aktivitas mikroorganisme (Sukmadhani, 2019), namun pada beberapa bakteri psikrotrof seperti *Pseudomonas spp.* atau *Listeria monocytogenes* masih dapat tumbuh meskipun lambat. Hal ini selaras dengan temuan (Rame Hau dkk., 2023) yang menunjukkan bahwa daging sei babi yang disimpan pada suhu

refrigerator tetap mengalami peningkatan jumlah kuman secara bertahap. Penelitian serupa juga dilakukan oleh (Triyannanto dkk., 2020) yang menunjukkan bahwa pada produk sate ayam, mengalami fluktuasi TPC terjadi tergantung pada lama penyimpanan dan jenis kemasan. Meskipun kemasan tertentu mampu menahan pertumbuhan mikroba dalam jangka waktu terbatas, tetap ditemukan peningkatan dan penurunan TPC secara tidak konsisten selama penyimpanan di suhu kulkas.

Penelitian lain oleh (Prabawa dkk., 2021) memperkuat bukti bahwa *pretreatment ozonisasi* pada daging ayam hanya efektif menghambat pertumbuhan bakteri selama beberapa jam awal penyimpanan pada suhu ruang, namun tidak mencegah peningkatan TPC dalam waktu lebih lama. Dengan demikian, fluktuasi yang terjadi pada lawar plek juga bisa dikaitkan dengan tidak stabilnya kondisi lingkungan mikrobiologis dalam produk pangan tersebut.

Secara keseluruhan, fluktuasi jumlah angka kuman yang terjadi pada suhu ruang maupun suhu dingin menunjukkan bahwa penyimpanan makanan olahan daging seperti lawar plek memerlukan kontrol yang ketat tidak hanya terhadap suhu, tetapi juga waktu simpan dan faktor pengawet alami seperti bahan-bahan yang digunakan pada pembuatan lawar plek contohnya base genep yang terdiri dari bawang merah, bawang putih, kunyit, lengkuas, kencur, jahe, kemiri, serai, daun salam, cabai merah, pala, merica, jeruk dan limau yang mampu mengurangi terjadinya pertumbuhan mikroorganisme dengan memiliki efektifitas yang terbatas sesuai dengan waktu dan kondisi penyimpanan pada makanan tradisional seperti lawar plek yang memiliki komponen utama pada bahan adalah daging dan darah segar (Suastina dkk., 2023). Pola fluktuasi ini merupakan

refleksi dari interaksi kompleks antara mikroorganisme yang memiliki fase lag, fase log (eksponensial), fase stasioner, dan fase kematian di lingkungan penyimpanan, sebagaimana dijelaskan dalam berbagai penelitian. Dari penelitian ini dapat menunjukkan bahwa pertumbuhan mikroorganisme dalam makanan olahan daging tidak selalu linier, melainkan bisa dipengaruhi oleh berbagai faktor lingkungan dan sifat bahan pangan itu sendiri yang mampu mengurangi jumlah angka kuman pada waktu terbatas yang berkisaran pada 2-4 jam pada suhu ruang atau suhu kulkas meskipun tidak membunuhnya.(Sukmadhani, 2019).

Hasil perhitungan jumlah angka kuman pada makanan lawar plek khas Bali yang diperoleh menggunakan uji statistik dengan bantuan *Software Statistical Product and Service Solutions* (SPSS) versi 27.0. Terdapat beberapa syarat uji *Two Way Anova* yaitu sampel berasal dari kelompok Independent, nilai residual standard berdistribusi normal dan varian data antara kelompok homogen. Uji prasyarat pertama yang dilakukan adalah menguji *Standarized Residual* untuk mengetahui distribusi data dengan menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena sampel < 50 . Dan data penelitian dinyatakan berdistribusi normal karena memiliki nilai signifikansi probabilitas ($p\ value$) $> \alpha$ (0,05).

Kemudian kriteria pengujian jika nilai signifikansi $< \alpha$ (0,05) maka terdapat pengaruh bermakna jumlah angka kuman pada lawar plek khas Bali berdasarkan suhu dan waktu penyimpanan dan sebaliknya jika nilai signifikansi $> \alpha$ (0,05) maka tidak terdapat pengaruh bermakna jumlah angka kuman pada lawar plek khas Bali berdasarkan suhu dan waktu penyimpanan. Dan untuk penelitian kali ini nilai pada uji *Two Way Anova* memiliki nilai signifikansi $< \alpha$ (0,05) maka dinyatakan

terdapat pengaruh bermakna jumlah angka kuman pada lawar plek khas Bali berdasarkan suhu dan waktu penyimpanan.