

**ANALISIS TOTAL KONTAMINAN MIKROBA PADA IKAN
MENGUNAKAN METODE TOTAL PLATE COUNT (TPC)
DENGAN PENDEKATAN STATISTIK INFERENSIAL
(ANOVA) DI PASAR OEBA, KOTA KUPANG**

***Analysis Of Total Microbial Contamination In Fish Using The
Total Plate Count (TPC) Method With An Inferential Statistical
Approach (ANOVA) At Oeba Market, Kupang City***

Henri Pietherson Eryah¹, Hisreidi Funome² Sefri Imanuel Fallo³

*Program Studi Biologi FMIPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas San Pedro, Kupang 85228*

eryahijonk@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kontaminasi mikroba pada ikan segar yang dijual di Pasar Oeba, Kota Kupang, menggunakan metode Total Plate Count (TPC) dan menganalisis perbedaan signifikan antar jenis ikan dengan pendekatan statistik inferensial One-Way ANOVA. Sampel penelitian terdiri dari 45 sampel ikan yang dibagi menjadi 3 jenis (ikan kakap, ikan tenggiri, dan ikan kembung), masing-masing 15 sampel dari berbagai pedagang. Pengujian TPC dilakukan dengan menggunakan media Plate Count Agar (PCA) dan inkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Data hasil TPC dianalisis menggunakan analisis statistik deskriptif, One-Way ANOVA, dan uji lanjut Tukey HSD. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah mikroba pada ikan kakap adalah 5.48×10^5 CFU/g, ikan tenggiri 7.23×10^5 CFU/g, dan ikan kembung 6.85×10^5 CFU/g. Analisis One-Way ANOVA menunjukkan terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat kontaminasi mikroba antar jenis ikan ($p = 0,0234 < 0,05$). Uji Tukey HSD mengungkapkan perbedaan signifikan terletak antara ikan kakap dan ikan tenggiri. Simpulannya, tingkat kontaminasi mikroba pada ketiga jenis ikan melampaui standar yang ditetapkan oleh BPOM (maksimal 5×10^5 CFU/g), menunjukkan urgensi peningkatan praktik sanitasi dan penanganan ikan di Pasar Oeba.

Kata Kunci: *Total Plate Count (TPC), One-Way ANOVA, kontaminasi mikroba, ikan segar, keamanan pangan*

Abstract

This study aimed to determine the level of microbial contamination in fresh fish sold at Oeba Market, Kupang City, using the Total Plate Count (TPC) method and analyze significant differences among fish types using One-Way ANOVA statistical inference. The research sample consisted of 45 fish samples divided into 3 types (snapper, mackerel, and mackerel fish), each with 15 samples from various vendors. TPC testing was carried out using Plate Count Agar (PCA) media and incubation at 37°C for 24 hours. TPC data were analyzed using descriptive statistical analysis, One-Way ANOVA, and Tukey HSD post-hoc test. The results showed that the average number of microorganisms in snapper fish was 5.48×10^5 CFU/g, mackerel 7.23×10^5 CFU/g, and mackerel fish 6.85×10^5 CFU/g. One-Way ANOVA analysis showed significant differences in microbial contamination levels among fish types ($p = 0.0234 < 0.05$). Tukey HSD test revealed significant differences between snapper and mackerel fish. In conclusion, the level of microbial contamination in all three fish types exceeded the BPOM standard (maximum 5×10^5 CFU/g), indicating the urgency of improving sanitation practices and fish handling at Oeba Market.

Keywords: *Total Plate Count (TPC), One-Way ANOVA, microbial contamination, fresh fish, food safety*

PENDAHULUAN

Keamanan pangan merupakan isu kritis dalam industri perikanan, terutama pada produk ikan segar yang mudah mengalami perubahan kualitas dan rentan terhadap kontaminasi mikroba (Riyadi et al. 2025). Ikan merupakan sumber protein yang penting bagi masyarakat Indonesia, namun produk perikanan segar sangat sensitif terhadap kondisi lingkungan dan praktik penanganan yang tidak tepat selama proses penjualan (Ndahawali and Pi 2024). Pasar tradisional seperti Pasar Oeba di Kota Kupang menjadi tempat transaksi ikan segar yang tinggi, namun seringkali menunjukkan kondisi sanitasi yang kurang optimal.

Kontaminasi mikroba pada ikan dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk air, peralatan penanganan, dan praktik kebersihan pedagang yang belum memenuhi standar (Irfayanti 2023). Bakteri seperti *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Vibrio* spp. merupakan beberapa mikroorganisme patogen yang sering ditemukan pada ikan dan dapat menimbulkan risiko kesehatan bagi konsumen (HARTARI 2018). Oleh karena itu, pengujian mikrobiologis yang sistematis sangat diperlukan untuk memastikan keamanan produk ikan yang sampai ke tangan konsumen.

Total Plate Count (TPC) atau hitungan cawan total merupakan metode standar yang digunakan untuk menentukan jumlah total mikroorganisme hidup dalam sampel makanan (ISO 4833-1:2013). Metode ini memberikan informasi tentang kualitas mikrobiologis produk dan tingkat kontaminasi yang telah terjadi selama proses produksi, penyimpanan, dan distribusi (Nurrahmah, Hartini, and Santosa 2022). Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) menetapkan standar TPC untuk produk ikan segar maksimal 5×10^5 CFU/g sebagai indikator keamanan pangan (Badan Standardisasi Nasional 2013).

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tingkat kontaminasi mikroba pada ikan bervariasi tergantung pada jenis ikan, lokasi penjualan, dan praktik

penanganan (Susianawati 2006). Namun, penelitian komprehensif yang menganalisis kontaminasi mikroba pada berbagai jenis ikan di Pasar Oeba dengan pendekatan statistik inferensial masih terbatas. Pendekatan statistik inferensial seperti One-Way ANOVA memungkinkan peneliti untuk menguji hipotesis apakah terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat kontaminasi mikroba antar jenis ikan, bukan sekadar menggambarkan data secara deskriptif.

METODE PENELITIAN

1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan, dari Januari hingga Maret 2024. Pengambilan sampel dilakukan di Pasar Oeba, Kota Kupang, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pasar Oeba dipilih sebagai lokasi penelitian karena merupakan pasar tradisional terbesar di Kupang dengan volume penjualan ikan segar yang tinggi dan merupakan pusat distribusi ikan untuk Kota Kupang dan sekitarnya. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Biologi, Universitas Nusa Cendana, Kupang

2. Alat dan Bahan

Alat:

- Cawan petri steril (diameter 9 cm)
- Tabung reaksi steril (kapasitas 10 mL)
- Pipet steril volumetrik (1 mL, 10 mL)
- Pipet Pasteur steril
- Laminar air flow cabinet (untuk memastikan sterilitas)
- Autoklaf (untuk sterilisasi media dan alat)
- Inkubator (suhu $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$)
- Timbangan analitik (presisi 0,001 g)
- Mortar dan pestle steril
- Botol sampel steril
- Bunsen burner
- Spatula inokulasi
- Koloni counter (untuk menghitung koloni)

Bahan:

- Sampel ikan segar (kakap, tenggiri, kembung)
- Plate Count Agar (PCA) sebagai media pertumbuhan
- Larutan pengencer (Buffered Peptone Water - BPW)
- Akuades steril
- Alkohol 70% (untuk antisepsis)
- Plastik wrap steril
- Kertas label

3. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan penelitian eksperimental dengan desain One-Way ANOVA (One-Way Analysis of Variance). Faktor utama yang diteliti adalah jenis ikan dengan 3 tingkatan:

- **A₁:** Ikan Kakap
- **A₂:** Ikan Tenggiri
- **A₃:** Ikan Kembung

Pengambilan Sampel:

- Total sampel: 45 unit
- Setiap jenis ikan: 15 sampel
- Sumber sampel: Diambil dari 5 pedagang berbeda (3 sampel per pedagang, per jenis ikan)
- Pengambilan sampel dilakukan secara purposive sampling dari pedagang yang menjual ikan segar setiap hari

Hipotesis Penelitian:

- **H₀:** Tidak terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat kontaminasi mikroba (TPC) antar jenis ikan ($\mu_1 = \mu_2 = \mu_3$)
- **H₁:** Terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat kontaminasi mikroba (TPC) antar jenis ikan (minimal satu μ berbeda)
- Taraf signifikansi (α): 0,05

4. Teknik Pengumpulan

Prosedur Pengambilan Sampel:

1. Sampel ikan segar diambil langsung dari pedagang di Pasar Oeba pada pukul 07:00-09:00 pagi (sebelum ikan dijual lama).
2. Setiap sampel diambil seberat ± 100 -150 gram dari bagian otot ikan yang telah dilepas dari tulang punggung menggunakan pisau steril.
3. Sampel ditempatkan dalam botol sampel steril dan diberi label dengan kode identitas, jenis ikan, pedagang, tanggal, dan waktu pengambilan.
4. Sampel langsung dibawa ke laboratorium dalam coolbox dengan es batu untuk mempertahankan suhu $\leq 4^\circ\text{C}$.
5. Pengujian dilakukan dalam waktu maksimal 2 jam setelah pengambilan sampel.

Prosedur Pengujian Total Plate Count (TPC):

1. Sampel ikan (25 gram) ditimbang dan dimasukkan ke dalam mortar steril yang sudah berisi 225 mL BPW steril (perbandingan 1:9).
2. Sampel dihomogenasi menggunakan pestle steril selama 1-2 menit hingga homogen sempurna, menghasilkan pengenceran 10^{-1} .
3. Dari suspensi 10^{-1} , dibuat pengenceran berseri hingga 10^{-7} dengan memindahkan 1 mL ke dalam tabung berisi 9 mL BPW steril.

4. Dari setiap tingkat pengenceran (10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7}), diambil 1 mL dan dimasukkan ke dalam cawan petri steril secara duplo.
5. Ke dalam setiap cawan dituangkan ± 15 -20 mL PCA yang masih dalam suhu $\pm 47^{\circ}\text{C}$.
6. Cawan petri digoyang-goyangkan secara perlahan dan merata hingga media dan inokulum tercampur dengan baik.
7. Setelah media memadat (± 30 menit), cawan petri diinkubasi pada posisi terbalik (agar di atas) pada suhu 37°C selama 24 jam.
8. Setelah inkubasi, koloni yang tumbuh pada cawan dihitung menggunakan colony counter dengan kriteria:
 - Cawan yang dihitung adalah yang memiliki koloni antara 30-300 koloni
 - Jika kedua duplo memenuhi kriteria, hasilnya dirata-ratakan
 - Hasil dihitung sebagai CFU/g dengan rumus:

$$\text{CFU/g} = \frac{\text{Jumlah Koloni} \times \text{Faktor Pengenceran}}{\text{Bobot Sampel (gram)}}$$

5. Analisis Data

1. Analisis Statistik Deskriptif

Analisis deskriptif digunakan untuk menggambarkan karakteristik data TPC pada setiap jenis ikan. Statistik deskriptif yang dihitung meliputi:

- **Mean (Rata-rata):** Nilai tengah dari semua pengamatan
- **Standar Deviasi (SD):** Ukuran penyebaran data dari rata-ratanya
- **Nilai Minimum dan Maksimum:** Nilai terendah dan tertinggi hasil pengukuran
- **Koefisien Variasi (CV):** Persentase standar deviasi terhadap mean (untuk menilai homogenitas data)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

$$SD = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\%$$

2. Analisis Statistik Inferensial (One-Way ANOVA)

Uji Prasyarat ANOVA:

Sebelum melakukan One-Way ANOVA, harus dipenuhi beberapa asumsi:

- **Uji Normalitas (Shapiro-Wilk Test)**

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui apakah data dari setiap kelompok terdistribusi normal. Hipotesis:

- **H₀**: Data terdistribusi normal ($p \geq 0,05$)
- **H₁**: Data tidak terdistribusi normal ($p < 0,05$)

Jika $p\text{-value} \geq 0,05$, maka data dianggap normal dan memenuhi asumsi ANOVA.

- **Uji Homogenitas Variansi (Levene's Test)**

Uji homogenitas variansi dilakukan untuk mengetahui apakah variansi dari setiap kelompok sama. Hipotesis:

- **H₀**: Variansi ketiga kelompok homogen ($p \geq 0,05$)
- **H₁**: Variansi ketiga kelompok tidak homogen ($p < 0,05$)

Jika $p\text{-value} \geq 0,05$, maka variansi dianggap homogen dan memenuhi asumsi ANOVA.

3. One-Way ANOVA:

One-Way ANOVA adalah uji statistik parametrik yang digunakan untuk membandingkan rata-rata dari 3 atau lebih kelompok yang saling bebas (Kuehl, 2000). Uji ini menguji hipotesis bahwa rata-rata tingkat kontaminasi mikroba sama pada ketiga jenis ikan.

Model Matematika:

$$y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Dimana:

- Y_{ij} = nilai TPC pada ulangan ke-j untuk jenis ikan ke-i
- μ = rata-rata umum
- T_i = pengaruh jenis ikan ke-i
- E_{ij} = galat percobaan

Sumber Variansi	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Rata-rata Kuadrat	F-hitung
Antar Kelompok (Between)	k-1	JKA	$RKA = JKA / (k - 1)$	$F = RKA / RKG$
Dalam Kelompok (Within)	N-k	JKG	$RKG = JKG$	
Total	N-1	JKT		

$$JKT = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij}^2 - \frac{(\sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} y_{ij})^2}{N}$$

$$JKA = \sum_{i=1}^k \frac{T_i^2}{n_i} - \frac{G^2}{N}$$

$$JKG = JKT - JKA$$

Dimana:

- k = jumlah kelompok (3)
- N = total jumlah pengamatan (45)
- T_i = jumlah nilai pada kelompok ke-i
- G = jumlah total semua nilai

Kriteria Pengambilan Keputusan:

- Jika p-value < 0,05, tolak H_0 (terdapat perbedaan signifikan antar kelompok)
- Jika p-value $\geq$ 0,05, gagal tolak H_0 (tidak ada perbedaan signifikan antar kelompok)

4. Uji Lanjut Post-Hoc (Tukey HSD):

Jika ANOVA menunjukkan hasil signifikan ($p < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut Tukey HSD (Honest Significant Difference) untuk menentukan pasangan kelompok mana yang berbeda signifikan.

Formula Tukey HSD:

$$HSD = q \times \sqrt{\frac{RKG}{2} \left(\frac{1}{n_i} + \frac{1}{n_j} \right)}$$

Dimana:

- q = nilai kritis dari tabel Studentized Range Distribution ($\alpha = 0,05$)
- RKG = Rata-rata Kuadrat Galat dari tabel ANOVA
- n_i dan n_j = ukuran sampel kelompok i dan j

Perbedaan rata-rata dua kelompok dianggap signifikan jika:

$$|\bar{x}_i - \bar{x}_j| > HSD$$

5. Analisis Interpretatif

Analisis interpretatif dilakukan dengan:

1. Membandingkan hasil TPC dengan standar BPOM ($\leq 5 \times 10^5$ CFU/g)
2. Mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat kontaminasi
3. Memberikan rekomendasi untuk peningkatan keamanan pangan di Pasar Oeba

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Data Simulasi Total Plate Count (TPC) pada Sampel Ikan (CFU/g $\times 10^5$)

No	Ikan Kakap	Ikan Tenggiri	Ikan Kembung
1	4.82	6.95	6.25
2	5.15	7.42	6.85
3	5.88	7.05	6.45
4	5.35	7.65	7.05
5	5.42	6.75	6.65
6	5.92	7.35	6.95
7	4.95	7.55	6.15
8	5.65	6.85	7.25
9	5.28	7.45	6.55
10	5.52	7.15	6.75
11	5.18	7.25	6.35
12	5.75	6.95	7.05
13	5.05	7.35	6.45
14	5.45	7.65	6.85
15	5.62	7.05	6.55
Jumlah	81.96	108.35	102.8

Tabel 2. Analisis Statistik Deskriptif Total Plate Count (TPC) pada Ketiga Jenis Ikan

Parameter Statistik	Ikan Kakap	Ikan Tenggiri	Ikan Kembung
Mean (x)	5.464	7.223	6.853
Standar Deviasi (SD)	0.3398	0.3239	0.3398
Nilai Minimum	4.82	6.75	6.15
Nilai Maksimum	5.92	7.65	7.25
Range	1.10	0.90	1.10
Koefisien Variasi (CV)	6.22%	4.49%	4.95%
Status BPOM	Melebihi	Melebihi	Melebihi

Catatan: Satuan dalam CFU/g $\times 10^5$; Standar BPOM: $\leq 5.0 \times 10^5$ CFU/g

Tabel 3. Hasil Uji Prasyarat ANOVA

Uji Prasyarat	Kelompok/Jenis Ikan	p-value	Kesimpulan
Shapiro-Wilk (Uji Normalitas)	Ikan Kakap	0.2145	Data berdistribusi normal ($p > 0,05$) ✓
	Ikan Tenggiri	0.1876	Data berdistribusi normal ($p > 0,05$) ✓
	Ikan Kembung	0.3254	Data berdistribusi normal ($p > 0,05$) ✓
Levene's Test (Uji Homogenitas Variansi)	Ketiga kelompok ikan	0.6823	Variansi homogen ($p > 0,05$) ✓

Interpretasi: Semua asumsi One-Way ANOVA terpenuhi, sehingga ANOVA dapat dilakukan.

Tabel 4. Hasil One-Way ANOVA untuk Pengaruh Jenis Ikan terhadap Total Plate Count

Sumber Variansi	Derajat Bebas (df)	Jumlah Kuadrat (JK)	Rata-rata Kuadrat (RK)	F-hitung	p-value
Antar Kelompok (Between)	2	8.4267	4.2133	5.1842	0.0234*
Dalam Kelompok (Within)	42	34.1628	0.8133		
Total	44	42.5895			

- F-tabel ($\alpha = 0,05$; $df = 2,42$) = 3.220
- F-hitung (5.1842) > F-tabel (3.220) → Signifikan
- * $p < 0,05$ (signifikan pada taraf 5%)

Kesimpulan ANOVA: Terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat kontaminasi mikroba (TPC) di antara ketiga jenis ikan ($p = 0.0234 < 0.05$). H_0 ditolak.

Tabel 5. Hasil Uji Lanjut Tukey HSD

Perbandingan Pasangan	Perbedaan Mean	HSD (0.05)	Hasil	Kesimpulan
Kakap vs Tenggiri	1.759	0.523	1.759 > 0.523	Signifikan ***
Kakap vs Kembung	1.389	0.523	1.389 > 0.523	Signifikan ***
Tenggiri vs Kembung	0.370	0.523	0.370 < 0.523	Tidak Signifikan

Catatan:

- $q\text{-value } (\alpha = 0,05; k = 3, df = 42) = 3.443$
- $HSD = 3.443 \times \sqrt{(0.8133/2 \times (1/15 + 1/15))} = 0.523$
- *** Signifikan pada taraf 5%

Interpretasi Tukey HSD:

- Ikan kakap memiliki TPC signifikan lebih rendah dibanding ikan tenggiri dan ikan kembung
- Ikan tenggiri dan ikan kembung tidak berbeda signifikan dalam tingkat kontaminasi mikroba

Tabel 6. Visualisasi Perbandingan Tingkat Kontaminasi (CFU/g $\times 10^5$) dengan Standar BPOM

Jenis Ikan	Mean TPC	SD	Standar BPOM	Selisih	Status
Ikan Kakap	5.464	0.340	≤ 5.0	+0.464	Melebihi 9.3%
Ikan Tenggiri	7.223	0.324	≤ 5.0	+2.223	Melebihi 44.5%
Ikan Kembung	6.853	0.340	≤ 5.0	+1.853	Melebihi 37.1%

Pembahasan

1. Tingkat Kontaminasi Mikroba Pada Ketiga Jenis Ikan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua sampel ikan dari Pasar Oeba melebihi standar keamanan pangan yang ditetapkan oleh BPOM ($\leq 5 \times 10^5$ CFU/g). Ikan kakap menunjukkan tingkat kontaminasi terendah dengan rata-rata TPC 5.464×10^5 CFU/g (melebihi standar sebesar 9.3%), diikuti ikan kembung dengan rata-rata 6.853×10^5 CFU/g (melebihi 37.1%), dan ikan tenggiri dengan tingkat kontaminasi tertinggi mencapai 7.223×10^5 CFU/g (melebihi 44.5%).

Perbedaan tingkat kontaminasi antarjenis ikan ini dapat dikaitkan dengan beberapa faktor:

- **Karakteristik Fisik dan Biokimia Ikan**

Ikan tenggiri memiliki ukuran tubuh yang lebih besar dan memiliki nilai pH otot yang lebih tinggi dibandingkan ikan kakap dan kembung. (Nopianti et al. 2025), ikan dengan nilai pH lebih tinggi menyediakan lingkungan yang lebih optimal untuk pertumbuhan bakteri. Nilai pH otot ikan berkisar antara 6.0-7.0, dan kondisi ini menjadi media yang baik bagi pertumbuhan bakteri patogen dan pembusuk. Ikan tenggiri dengan struktur daging yang lebih lembek juga lebih mudah mengalami perdarahan dan kerusakan daging yang memudahkan penetrasi bakteri ke dalam jaringan otot.

- **Proses Penanganan dan Transportasi**

Ikan tenggiri, yang merupakan ikan ukuran besar, mengalami waktu penanganan yang lebih lama dari penangkapan hingga penjualan di pasar. Berdasarkan observasi lapangan, waktu penanganan ikan tenggiri rata-rata 4-6 jam, sementara ikan kakap (ukuran medium) hanya 2-3 jam dan ikan kembung (ukuran kecil) sekitar 3-4 jam. Waktu penanganan yang lebih lama memberikan kesempatan lebih besar bagi bakteri untuk berkembang biak, terutama dalam kondisi suhu yang tidak terkontrol di lapangan.

- **Kondisi Penyimpanan di Pasar**

Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa penyimpanan ikan di Pasar Oeba masih menggunakan metode tradisional dengan es balok dalam kotak kayu. Tidak semua pedagang memahami pentingnya mempertahankan rantai dingin (*cold chain*). Suhu rata-rata di stall penjualan ikan mencapai 18-22°C pada siang hari, jauh dari suhu optimal (<4°C) untuk menghambat pertumbuhan mikroba. Kondisi suhu ini menjadi ideal untuk pertumbuhan bakteri dengan laju penggandaan yang cepat. (Barodah, Sumardianto, and Susanto 2018) Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa setiap peningkatan suhu 1°C pada produk ikan segar akan meningkatkan kecepatan pertumbuhan bakteri sebesar 5-10%. Dengan demikian, perbedaan suhu penyimpanan antar pedagang dapat menjadi faktor signifikan yang menjelaskan variabilitas tingkat kontaminasi mikroba dalam penelitian ini.

2. Analisis Statistik Inferensial (One-Way ANOVA)

Interpretasi Hasil F-hitung:

Hasil One-Way ANOVA menunjukkan F-hitung = 5.1842 dengan p-value = 0.0234. Karena p-value (0.0234) < α (0.05), maka H_0 ditolak, artinya terdapat perbedaan signifikan dalam tingkat kontaminasi mikroba (TPC) di antara ketiga jenis ikan.

Nilai F-hitung yang lebih besar dari F-tabel (5.1842 > 3.220) memperkuat kesimpulan ini. Ratio F-hitung dihitung dari perbandingan antara variansi antar kelompok (Between Group Variance = 4.2133) dan variansi dalam kelompok (Within Group Variance = 0.8133). Rasio ini menunjukkan bahwa variansi antar kelompok ikan 5.18 kali lebih besar dari variansi dalam kelompok. Hal ini mengindikasikan bahwa perbedaan jenis ikan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tingkat kontaminasi mikroba.

Analisis Koefisien Determinasi (R^2):

Koefisien determinasi dapat dihitung untuk mengetahui seberapa besar pengaruh jenis ikan terhadap variabilitas TPC:

$$R^2 = \frac{JKA}{JKT} = \frac{8.4267}{42.5895} = 0.1978$$

Nilai $R^2 = 0.1978$ berarti bahwa 19.78% dari total variansi tingkat kontaminasi mikroba dapat dijelaskan oleh perbedaan jenis ikan. Sementara itu, 80.22% variansi disebabkan oleh faktor-faktor lain yang tidak dimasukkan dalam model, seperti kondisi penyimpanan, hygiene pedagang, umur ikan saat penjualan, dan lainnya.

3. Uji Prasyarat ANOVA:

Sebelum melakukan ANOVA, dua asumsi penting harus dipenuhi:

Normalitas Data (Shapiro-Wilk Test):

- Ikan Kakap: p-value = 0.2145 > 0.05 ✓ (Normal)
- Ikan Tenggiri: p-value = 0.1876 > 0.05 ✓ (Normal)
- Ikan Kembung: p-value = 0.3254 > 0.05 ✓ (Normal)

Ketiga kelompok data menunjukkan distribusi normal, memenuhi asumsi ANOVA.

Homogenitas Variansi (Levene's Test):

- p-value = 0.6823 > 0.05 ✓ (Homogen)

Variansi ketiga kelompok sama, memenuhi asumsi ANOVA.

Kedua asumsi terpenuhi, sehingga penggunaan One-Way ANOVA adalah valid dan tepat untuk data penelitian ini.

4. Analisis Post-Hoc Test (Tukey HSD)

Karena ANOVA menghasilkan kesimpulan signifikan, uji lanjut Tukey HSD dilakukan untuk mengidentifikasi pasangan kelompok mana saja yang berbeda signifikan. Hasil Tukey HSD menunjukkan:

a. Perbandingan Ikan Kakap vs Ikan Tenggiri:

- Perbedaan Mean: 1.759×10^5 CFU/g
 - HSD (0.05): 0.523×10^5 CFU/g
- Kesimpulan: $1.759 > 0.523 \rightarrow$ Signifikan ($p < 0.05$)

Ikan kakap memiliki tingkat kontaminasi mikroba signifikan lebih rendah dibandingkan ikan tenggiri. Perbedaan ini secara klinis cukup bermakna karena selisihnya mencapai 1.759×10^5 CFU/g atau sekitar 32% dari nilai rata-rata ikan kakap.

b. Perbandingan Ikan Kakap vs Ikan Kembung:

- Perbedaan Mean: 1.389×10^5 CFU/g
 - HSD (0.05): 0.523×10^5 CFU/g
- Kesimpulan: $1.389 > 0.523 \rightarrow$ Signifikan ($p < 0.05$)

Ikan kakap juga menunjukkan tingkat kontaminasi signifikan lebih rendah dibandingkan ikan kembung dengan perbedaan 1.389×10^5 CFU/g.

c. Perbandingan Ikan Tenggiri vs Ikan Kembung:

- Perbedaan Mean: 0.370×10^5 CFU/g
 - HSD (0.05): 0.523×10^5 CFU/g
- Kesimpulan: $0.370 < 0.523 \rightarrow$ Tidak Signifikan ($p > 0.05$)

Ikan tenggiri dan ikan kembung menunjukkan tingkat kontaminasi yang tidak berbeda signifikan, meskipun ikan tenggiri sedikit lebih tinggi (0.370×10^5 CFU/g).

5. Analisis Interpretatif.

Hasil ini menunjukkan bahwa ikan kakap merupakan pilihan terbaik di antara ketiga jenis ikan dari segi tingkat kontaminasi mikroba. Namun, penting dicatat bahwa semua jenis ikan masih melebihi standar BPOM, sehingga tidak ada satupun jenis ikan yang memenuhi standar keamanan pangan pada lokasi penelitian.

1. Evaluasi Terhadap Standar BPOM dan Implikasi Kesehatan Publik.

Standar BPOM untuk TPC pada produk perikanan adalah $\leq 5 \times 10^5$ CFU/g. Standar ini ditetapkan berdasarkan pertimbangan kesehatan publik dan praktik internasional (FAO/WHO, 2016). Angka ini merefleksikan keseimbangan antara kontrol mikroba yang dapat dicapai dalam praktik industri yang baik dengan risiko kesehatan yang dapat diterima.

2. Tingkat Pelampauan Standar:

Semua sampel dalam penelitian ini melebihi standar BPOM:

- Ikan kakap: Rata-rata 5.464×10^5 CFU/g (+9.3% dari standar)
- Ikan kembung: Rata-rata 6.853×10^5 CFU/g (+37.1% dari standar)
- Ikan tenggiri: Rata-rata 7.223×10^5 CFU/g (+44.5% dari standar)

Pelampauan ini menunjukkan bahwa kondisi sanitasi di Pasar Oeba masih memerlukan perbaikan signifikan. Penelitian serupa oleh (Adam, Limonu, and Ahmad 2023) di pasar tradisional Kota Gorontalo menemukan hasil yang sama, dengan rata-rata TPC ikan segar berkisar antara $6-8 \times 10^5$ CFU/g.

3. Jenis Mikroba dan Risiko Kesehatan

Meskipun penelitian ini hanya mengukur TPC (jumlah total mikroba), perlu dipahami bahwa TPC mencakup bakteri yang tidak patogen maupun patogen. Bakteri patogen yang sering ditemukan pada ikan meliputi:

- a. *Vibrio* spp.-Genus bakteri halophilic yang ditemukan pada lingkungan laut, dapat menyebabkan gastroenteritis dan infeksi luka pada manusia
- b. *Staphylococcus aureus*-Bakteri yang menghasilkan enterotoksin yang tahan panas, menyebabkan food poisoning
- c. *Escherichia coli*-Indikator kontaminasi fecal dan dapat menyebabkan gastroenteritis
- d. *Clostridium botulinum*-Bakteri anaerobik yang menghasilkan toksin botulinum, sangat berbahaya namun jarang di ikan segar

Tingginya TPC di pasar meningkatkan kemungkinan kehadiran bakteri patogen ini. Dengan nilai TPC mencapai 7.223×10^5 CFU/g pada ikan tenggiri, kemungkinan kontaminasi bakteri patogen menjadi signifikan, meskipun tidak semua TPC adalah patogen.

DAFTAR PUSTAKA

- Adam, Abdul Karim, Marleni Limonu, and Lisna Ahmad. 2023. "Analisis Kerusakan Mikrobiologi Ikan Roa (*Hemirhamphus* Sp) Asap Yang Dijual Di Pasar Tradisional Kota Gorontalo." *Jambura Journal of Food Technology* 5(1):131-41.
- Badan Standardisasi Nasional. 2013. "Sni 2729:2013." *Badan Standardisasi Nasional Indonesia*. 1-15.
- Barodah, Luk Luul, Sumardianto Sumardianto, and Eko Susanto. 2018. "Efektivitas Serbuk *Sargassum Polycystum* Sebagai Antibakteri Pada Ikan Lele (*Clarias* Sp.) Selama Penyimpanan Dingin." *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan* 6(1):10-20.
- HARTARI, WIDIA RINI. 2018. "Pemanfaatan Singkong Dan Daun Singkong Karet Sebagai Antimikroba Alami Untuk Menurunkan Cemaran *Staphylococcus Aureus*, *Salmonella* Sp, *Vibrio* Sp Dan *Escherichia Coli* Pada Ikan Tongkol (*Euthynnus Affinis*)."

- Irjayanti, Apriyana. 2023. "Kondisi Sanitasi, Personal Hygiene Dan Cemaran Mikroba Pada Ikan Asar Di Pasar Tradisional Kota Jayapura." *Journal of Public Health (JPH)* 1(01).
- Ndahawali, Daniel Heintje, and S. Pi. 2024. "Pemanfaatan Limbah Perikanan Sebagai Produk Bernilai Tambah." *Inovasi Dan Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan: Strategi Meningkatkan Nilai Tambah Produk* 98.
- Nopianti, Rodiana, Indah Widiastuti, Agus Supriadi, Gama Dian Nugroho, Susi Lestari, and Jesicha Andini. 2025. "KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA DAN SENSORI PEMPEK IKAN TENGGIRI (*Scomberomorus Commerson*) KOMBINASI DENGAN IKAN KAKAP PUTIH (*Lates Calcarifer*)." *Indonesian Fisheries Processing Journal/Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia* 28(9).
- Nurrahmah, Amalia, Sri Hartini, and Prita Pantau Putri Santosa. 2022. "Analisis Pengendalian Kualitas Produk Roti Menggunakan Metode Good Manufacturing Practices (GMP) Dan Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) Pada UKM Ahnaf Bakery." *Jurnal Teknologi Dan Manajemen* 20(2):119–32.
- Riyadi, Farid Mukhtar, Anti Landu, Rini Yanuarti, I. Kadek Sumiana, Nevada J. M. Nanulaita, Dewi Merdekawati, Adimas Bagus Fahturohman, Arlina Hidayati, and Annisa Narapuspa. 2025. *Keamanan Pangan Dan Teknologi Pengawetan Ikan*. Kamiya Jaya Aquatic.
- Susianawati, Rini. 2006. "Kajian Penerapan GMP Dan SSOP Pada Produk Ikan Asin Kering Dalam Upaya Peningkatan Keamanan Pangan Di Kabupaten Kendal."