ISSN : 2621-1475

Evaluasi Mutu Sensoris, pH, dan Total Plate Count Udang Vaname dan Windu Selama Penyimpanan

Evaluation of sensory quality, pH, and total plate count of vanamei and tiger shrimp during storage

Liana Verdini [1)*], Nurbani Kalsum[2)], Aldi Huda Verdian[3)], Nurul Fatimah[4)]

[1)]Program Studi Teknologi Pangan Halal, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Lampung, Indonesia
[2)]Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Lampung, Lampung, Indonesia
[3)]Program Studi Teknologi Pembenihan Ikan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Politeknik Negeri Lampung, Lampung, Indonesia
[4)]Program Studi Budidaya Perikanan, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Politeknik Negeri Lampung, Lampung, Indonesia

Corresponding author[*)]: lianaverdini@polinela.ac.id (Telp: +6282280435111)

Cara sitasi: Verdini, L., Kalsum, N., Verdian, A. H., & Fatimah, N. (2026). Evaluasi mutu sensoris, pH, dan total plate count udang vaname dan windu selama penyimpanan. *Jurnal Fish Protech*, *9*(1): 136-145.

ABSTRACT

This study aims to analyse the decline in quality of vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) and tiger shrimp (*Penaeus monodon*) during storage over different time periods, specifically 24 hours and 72 hours. The testing included sensory assessment, pH measurement, and *Total Plate Count* (TPC) testing to evaluate changes in the physical, chemical, and microbiological quality of the shrimp. Sensory tests were conducted by semi-trained panellists using a scale from 1 to 9, while pH was measured to identify acidity levels related to decomposition. TPC testing was used to determine the bacterial count in shrimp samples. The results showed a significant decline in sensory scores for both shrimp species after 24 and 72 hours of storage. The fresh vannamei shrimp score decreased from 8.95 to 4.73 after 72 hours, while the fresh tiger shrimp score decreased from 8.99 to 5.37. pH values also increased, from 5.24 (fresh vannamei shrimp) to 7.67 after 72 hours, indicating higher microbiological activity. TPC results showed an increase in total bacterial count from 2.1 log cfu/g in fresh vannamei shrimp to 5.7 log cfu/g after 72 hours, indicating a significant decline in microbiological quality. This research underscores that suboptimal storage conditions accelerate the decline in shrimp quality from physical, chemical, and microbiological perspectives. Therefore, temperature control and the implementation of proper post-harvest procedures are crucial for maintaining shrimp quality during storage.

Keywords: *Litopenaeus vanamei; Penaeus monodon; pH; sensory; total plate count*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan mutu udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) selama penyimpanan pada waktu yang berbeda, yaitu 24 jam dan 72 jam. Pengujian meliputi penilaian sensoris, pengukuran pH, dan pengujian *Total Plate Count* (TPC) untuk mengevaluasi perubahan kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis udang. Uji sensoris dilakukan oleh panelis semi-terlatih menggunakan skala 1 hingga 9, sementara pH diukur untuk mengidentifikasi tingkat keasaman yang berhubungan dengan dekomposisi. Uji TPC digunakan untuk menentukan jumlah bakteri pada sampel udang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan signifikan dalam skor sensoris pada kedua jenis udang setelah 24 dan 72 jam penyimpanan. Skor

ISSN : 2621 - 1475

udang vaname segar (8,95) menurun menjadi 4,73 setelah 72 jam, sementara udang windu segar (8,99) menurun menjadi 5,37. Nilai pH juga mengalami peningkatan, dari 5,24 (udang vaname segar) menjadi 7,67 setelah 72 jam, menunjukkan adanya aktivitas mikrobiologis yang lebih tinggi. Hasil TPC menunjukkan peningkatan jumlah total bakteri dari 2,1 log cfu/g pada udang vaname segar menjadi 5,7 log cfu/g setelah 72 jam, menunjukkan penurunan kualitas mikrobiologis yang signifikan. Penelitian ini menegaskan bahwa kondisi penyimpanan yang tidak optimal mempercepat penurunan mutu udang dari aspek fisik, kimia, dan mikrobiologis. Oleh karena itu, pengendalian suhu dan penerapan prosedur pasca panen yang tepat sangat penting untuk menjaga kualitas udang selama penyimpanan.

Kata Kunci: *pH; sensoris; total plate count; vaname; windu*

PENDAHULUAN

Udang, terutama udang vaname dan udang windu, merupakan komoditas penting di Indonesia dengan nilai ekonomi tinggi baik di pasar domestik maupun internasional. Tantangan utama dalam produksi dan distribusi udang adalah menjaga mutu dari budidaya hingga ke tangan konsumen, di mana penurunan mutu dapat terjadi di berbagai tahapan. Penurunan ini berdampak pada kualitas fisik, kimia, dan mikrobiologis, yang pada gilirannya mempengaruhi harga jual dan peluang di pasar internasional (Albalat *et al.,* 2022). Industri udang berperan penting dalam peningkatan kesejahteraan masyarakat pesisir serta kontribusi terhadap perekonomian nasional. Namun, salah satu tantangan utama yang dihadapi dalam rantai produksi dan distribusi udang adalah menjaga mutu produk agar tetap prima dari proses budidaya hingga sampai ke tangan konsumen akhir (Peng *et al.,* 2022). Penurunan mutu udang sering kali terjadi di berbagai tahapan, mulai dari proses budidaya, penanganan pasca panen, pengolahan, hingga distribusi dan penyimpanan (Lin *et al.,* 2022). Hingga saat ini, data komparatif yang menyandingkan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) dalam satu kerangka pengujian mutu, kimia (pH), dan mikrobiologis (TPC) secara simultan masih sangat terbatas. Padahal, kedua spesies ini memiliki profil fisiologis, kadar protein, dan ketebalan eksoskeleton yang berbeda, yang secara teoritis akan menghasilkan laju dekomposisi yang tidak seragam meskipun disimpan dalam kondisi yang sama.

Penurunan mutu udang tidak hanya memengaruhi kualitas produk yang diterima oleh konsumen, tetapi juga berdampak pada harga jual yang lebih rendah, kerugian ekonomi bagi produsen, dan hilangnya peluang pasar di tingkat internasional. Mutu udang dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor lingkungan maupun faktor teknis yang berhubungan dengan cara penanganan dan teknologi yang mencakup perubahan sifat fisik, kimia, dan mikrobiologis yang terjadi selama siklus hidup produk mulai dari panen hingga ke konsumen (Huang *et al.,* 2023).

Salah satu penyebab utama penurunan mutu udang adalah kondisi lingkungan budidaya yang tidak optimal. Udang merupakan organisme yang sangat sensitif terhadap perubahan kualitas air, suhu, pH, serta kandungan oksigen terlarut dalam lingkungan hidupnya (Spelta *et al.,* 2021). Ketidakstabilan dalam parameter-parameter ini dapat mempengaruhi pertumbuhan udang dan membuat mereka lebih rentan terhadap penyakit. Misalnya, perubahan suhu yang drastis atau konsentrasi oksigen terlarut yang rendah dapat menyebabkan stres pada udang, yang kemudian berkontribusi terhadap penurunan mutu daging udang. Selain itu, penggunaan pakan yang tidak sesuai standar kualitas juga dapat berdampak pada pertumbuhan udang dan kualitas nutrisi yang terkandung dalam daging udang tersebut (Muralisankar *et al.,* 2021).

Faktor penting lainnya yang menyebabkan penurunan mutu udang adalah penanganan pasca panen yang tidak tepat. Setelah proses panen, udang harus segera didinginkan untuk memperlambat proses pembusukan (Zhu *et al.,* 2022). Udang merupakan produk yang mudah rusak (perishable), sehingga penanganan pasca panen yang tidak cepat dan efektif dapat mempercepat proses penurunan kualitas (Lin *et al.,* 2022). Suhu penyimpanan yang tidak sesuai standar dapat menyebabkan pertumbuhan bakteri yang lebih cepat, yang pada gilirannya dapat menyebabkan kerusakan tekstur, perubahan warna, serta timbulnya bau yang tidak sedap pada udang. Selain itu, proses pendinginan yang tidak merata atau penggunaan es yang tidak higienis dapat meningkatkan risiko kontaminasi bakteri pada udang, yang bukan hanya menurunkan kualitas produk tetapi juga meningkatkan risiko bagi kesehatan konsumen (Huang *et al.,* 2023).

Di negara berkembang seperti Indonesia, tantangan terbesar dalam distribusi hasil perikanan adalah belum optimalnya fasilitas rantai dingin (*cold chain system*). Pada skala distribusi lokal dan lapak pasar tradisional, udang

ISSN : 2621-1475

sering kali dibiarkan terpapar suhu ruang selama proses lelang, pengangkutan, hingga dijajakan ke konsumen akhir. Kondisi terputusnya rantai dingin ini menjadi skenario terburuk (*worst-case scenario*) yang mempercepat kemunduran mutu produk secara drastis. Tidak hanya faktor teknis, penurunan mutu udang juga dapat disebabkan oleh aspek mikrobiologis. Udang sangat rentan terhadap kontaminasi mikroorganisme patogen, baik yang berasal dari lingkungan budidaya maupun dari penanganan pasca panen yang tidak higienis (Yang *et al.,* 2023). Kontaminasi bakteri seperti *Vibrio*, *E. coli*, atau *Salmonella* dapat mempercepat proses pembusukan udang dan menyebabkan perubahan pada aroma serta rasa produk. Selain itu, keberadaan mikroorganisme patogen ini juga meningkatkan risiko penyakit bawaan pangan (*foodborne illness*) bagi konsumen, yang dapat berdampak buruk terhadap reputasi produsen di pasar internasional *(Holt et al.,* 2021). Oleh karena itu, penerapan standar kebersihan dan keamanan pangan yang ketat, mulai dari proses budidaya, penanganan, hingga distribusi, sangatlah penting untuk mengurangi risiko kontaminasi mikrobiologis dan menjaga mutu udang tetap terjaga (Lin *et al.,* 2022).

Hingga saat ini, data komparatif yang menyandingkan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) dalam satu kerangka pengujian mutu, kimia (pH), dan mikrobiologis (*Total Plate Count*/TPC) secara simultan masih sangat terbatas. Padahal, kedua spesies ini memiliki profil fisiologis, kadar protein, dan ketebalan eksoskeleton yang berbeda, yang secara teoritis akan menghasilkan pola kemunduran mutu yang spesifik berbasis spesies (*species-specific deterioration pattern*) meskipun disimpan dalam kondisi yang sama. Memahami perbedaan laju pembusukan antara udang vaname dan windu pada periode kritis (24-72 jam) menjadi sangat mendesak bagi industri perikanan untuk menentukan strategi penanganan pascapanen yang tepat, guna menekan angka kehilangan hasil (*food loss*) dan menjamin keamanan pangan. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi *species-specific deterioration pattern* melalui penurunan mutu organoleptik, perubahan nilai pH, dan lonjakan populasi mikroba (TPC) pada udang windu dan vaname selama penyimpanan.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) hasil budidaya di Politeknik Negeri Lampung, media *Plate Count Agar* (PCA), NaCl 0.85% dan alkohol 70%.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah pH meter, form penilaian organoletik, inkubator, autoklaf, oven, mikropipet, timbangan, vortex, botol pengencer, cawan petri, tabung reaksi, pipet ukur, gelas ukur, batang pengaduk, gelas kimia, erlenmeyer, rak tabung, lampu spiritus, pro pipet, blue tip, kapas, selotip, aluminium foil.

Metode

Prosedur Penyimpanan Sampel

Setelah proses pengambilan sampel dan preparasi awal, seluruh sampel udang dibagi menjadi tiga kelompok perlakuan waktu penyimpanan. Pengujian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), di mana setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali secara acak (randomisasi). Sebagai bentuk pengujian pembusukan dipercepat (*accelerated spoilage*), seluruh sampel disimpan pada suhu ruang terkontrol tanpa perlakuan pendinginan. Pengamatan dilakukan pada tiga titik waktu: T0 (segera setelah preparasi), T24 (setelah 24 jam), dan T72 (setelah 72 jam). Selama proses penyimpanan, sampel ditempatkan dalam wadah terbuka steril untuk memungkinkan terjadinya interaksi dengan oksigen dan mikroflora lingkungan, guna memantau profil pembusukan alami.

Pengujian Sensoris (SNI 2346:2015)

Pengujian sensoris dilakukan oleh 30 panelis semi-terlatih berdasarkan SNI 2346:2015. Parameter yang diamati meliputi kenampakan, tekstur, dan bau dengan rentang skor 1 hingga 9. Seluruh prosedur pengujian yang melibatkan subjek manusia telah melalui persetujuan etik (*ethical clearance*), dan seluruh panelis telah menandatangani lembar persetujuan (*informed consent*) sebelum berpartisipasi dalam evaluasi produk.

Uji *Total Plate Count* (SNI 2332.2:2015)

Pengujian mikrobiologi untuk menghitung jumlah total bakteri dilakukan sesuai dengan SNI 2332.3:2015. Pengujian TPC atau Angka Lempeng Total (ALT) dilakukan dengan cara pipet 1 ml dari setiap pengenceran dan masukkan ke dalam cawan petri steril. Setiap pengenceran dilakukan secara duplo. Setelah itu, ditambahkan 12-15 ml PCA ke dalam masing-masing cawan yang sudah berisi sampel. Kemudian dilakukan pemutaran cawan ke depan-belakang dan ke kiri–kanan agar sampel dan media PCA tercampur sempurna. Setelah itu, cawan diinkubasi dalam posisi terbalik. Kemudian cawan dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 35^{o}C ± 1^{o}C selama 48 jam ± 2 jam.

ISSN : 2621 - 1475

Pengujian pH

Pengukuran nilai pH dilakukan untuk mengetahui tingkat keasaman sampel sebagai indikator kemunduran mutu. Prosedur pengujian pH yaitu alat pH meter dikalibrasi menggunakan larutan penyangga, kemudian dikeringkan dengan kertas tisu. Kemudian elektroda dibilas menggunakan air suling, kemudian dibilas dengan contoh uji. Setelah itu, elektroda dicelupkan ke dalam contoh uji hingga pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap. Kemudian dicatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan ANOVA pada taraf kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan Uji Lanjut Duncan (*Duncan's Multiple Range Test*) untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan.

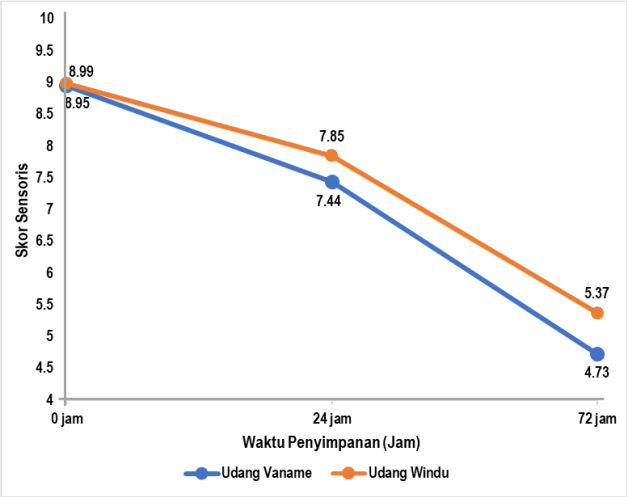
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi linier yang kuat antara peningkatan jumlah mikroba, kenaikan nilai pH, dan penurunan kualitas sensoris pada kedua jenis udang. Fenomena ini merupakan indikator klasik dari proses dekomposisi protein pada produk perikanan.

Sensoris Udang

Pengujian sensoris adalah salah satu metode yang paling umum digunakan untuk menilai kualitas produk pangan, termasuk udang, berdasarkan persepsi indra manusia. Uji ini melibatkan penilaian karakteristik seperti penampilan, tekstur, aroma, dan rasa oleh panelis yang terlatih maupun semi-terlatih. Pengujian sensoris sangat penting dalam industri perikanan karena memberikan penilaian kualitas yang langsung terkait dengan preferensi konsumen (Moldagaliyeva *et al.,* 2023). Grafik tren penurunan skor sensoris udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) selama periode penyimpanan 0 hingga 72 jam dapat dilihat pada Gambar 1.

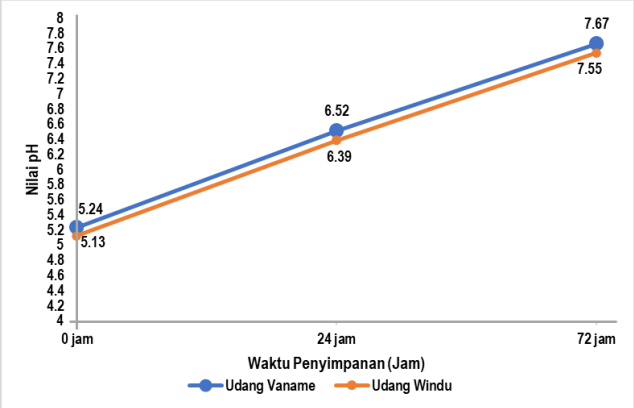


Gambar 1. Grafik tren penurunan skor sensoris udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) selama periode penyimpanan 0 hingga 72 jam.

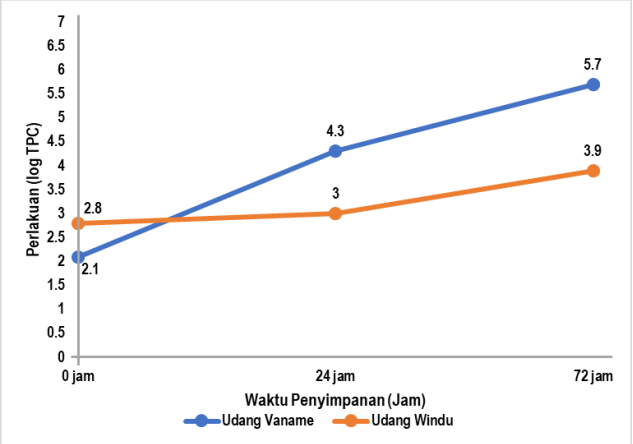
pH Udang

pH merupakan ukuran tingkat keasaman atau kebasaan suatu bahan, dan dalam konteks udang, pH digunakan untuk menilai kualitas atau kesegaran produk. Udang segar biasanya memiliki pH yang lebih rendah atau mendekati netral (Sá *et al.,* 2021). Perubahan nilai pH sering kali menjadi indikator adanya aktivitas mikrobiologis atau proses dekomposisi dalam jaringan udang, yang dapat mengarah pada penurunan mutu. Pada produk pangan seperti udang, pH berperan penting dalam mempengaruhi stabilitas mikrobiologis, tekstur, serta kualitas keseluruhan. Udang yang mengalami penurunan mutu, terutama akibat pembusukan mikrobiologis, cenderung menunjukkan peningkatan nilai pH, yang biasanya terjadi karena aktivitas bakteri yang menguraikan protein dalam jaringan udang dan menghasilkan senyawa basa seperti ammonia (Thangal *et al.,* 2022). Grafik tren peningkatan nilai pH udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) selama periode penyimpanan 0 hingga 72 jam dapat dilihat pada Gambar 2.

ISSN : 2621-1475



Gambar 2. Grafik tren peningkatan nilai pH udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) selama periode penyimpanan 0 hingga 72 jam.



Gambar 3. Grafik tren peningkatan *Total Plate Count* (TPC) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) selama periode penyimpanan 0 hingga 72 jam.

Total Plate Count

Total Plate Count (TPC) adalah metode yang digunakan untuk menghitung jumlah total bakteri dalam sampel makanan, termasuk produk perikanan seperti udang (Cayer *et al.,* 2020). Pengujian TPC memberikan gambaran umum tentang tingkat kontaminasi mikrobiologis suatu produk. Semakin tinggi nilai TPC, semakin banyak bakteri yang ada dalam produk tersebut, yang dapat berpotensi menyebabkan penurunan mutu dan keamanan pangan (Dela *et al.,* 2023). Dalam penelitian ini, TPC digunakan untuk mengukur jumlah bakteri pada udang vaname dan udang windu pada kondisi segar dan setelah penyimpanan selama 24 jam serta 72 jam. Hasil TPC membantu menentukan tingkat kesegaran udang dan mengukur dampak penyimpanan terhadap kualitas mikrobiologis udang (Joshi *et al.,* 2022). Grafik tren peningkatan *Total Plate Count* (TPC) pada udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) selama periode penyimpanan 0 hingga 72 jam dapat dilihat pada Gambar 3.

Pembahasan

Gambar 1 menunjukkan secara jelas laju degradasi fisik pada kedua spesies. Meskipun udang vaname dan udang windu sama-sama berawal dari kondisi prima (T0), udang vaname menunjukkan kurva penurunan skor sensoris yang sedikit lebih tajam. Grafik tersebut juga menegaskan bahwa kualitas sensoris kedua spesies udang telah anjlok melewati ambang batas minimum kelayakan konsumsi (skor 7,0) sebelum mencapai waktu penyimpanan 72 jam. Pada udang segar menunjukkan bahwa skor sensoris 8,95±0,11^{c} untuk udang vaname dan 8,99±0,11^{c} untuk udang windu, hal ini menunjukkan mutu fisik dan sensori yang masih sangat baik. Pada penyimpanan 24 jam menunjukkan bahwa skor sensoris menurun, dengan skor udang vaname 7,44±0,31^{b} dan skor udang windu 7,85±0,27^{b}. Ini menunjukkan adanya perubahan sensori seperti warna dan tekstur yang mulai terlihat. Pada penyimpanan 72 jam menunjukkan bahwa skor sensoris terus menurun drastis, dengan skor udang vaname 4,73±0,57^{a} dan skor udang windu 5,37±0,46^{a}. Penurunan signifikan ini menunjukkan kerusakan fisik dan perubahan sensori yang lebih jelas seperti tekstur lembek dan bau amis yang lebih kuat.

Hasil uji sensoris ini menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan, kualitas sensori udang menurun secara signifikan. Udang segar mendapatkan skor tinggi, yang menunjukkan bahwa produk masih berada dalam kondisi baik. Namun, setelah 24 jam dan 72 jam penyimpanan, baik udang vaname maupun udang windu mengalami penurunan skor yang disebabkan oleh perubahan fisik dan kimia, seperti degradasi protein, peningkatan pertumbuhan bakteri, dan perubahan tekstur serta bau (Peng *et al.,* 2022). Mekanisme penurunan

ISSN : 2621 - 1475

kualitas udang adalah proteolysis enzimatik dan metabolisme mikroba, ini adalah faktor utama yang menyebabkan pembusukan udang. Aktivitas enzimatik dan pertumbuhan mikroba berkontribusi pada degradasi protein dan lipid, mengakibatkan kerusakan tekstur dan bau busuk. Selain itu, oksidasi lipid dapat mendorong enzim endogen dan kontaminasi mikroba, semakin memperburuk penurunan kualitas sensorik, mempengaruhi rasa dan bau udang (Nie *et al.,* 2022).

Beberapa faktor yang memengaruhi hasil uji sensoris yaitu kualitas lingkungan penyimpanan, suhu yang tidak stabil dan kondisi penyimpanan yang buruk akan mempercepat penurunan mutu, sehingga memengaruhi skor sensoris; kualitas penanganan pasca panen, udang yang tidak segera didinginkan setelah panen atau yang diperlakukan dengan kasar cenderung mengalami penurunan mutu lebih cepat, yang akan memengaruhi penilaian panelis; dan kondisi fisik udang seperti kerusakan fisik seperti kulit yang pecah atau tekstur yang lembek dapat mengurangi daya tarik visual dan tekstur, sehingga menurunkan skor sensoris (Lin *et al.,* 2022; Sun *et al.,* 2023).

Peningkatan pH dan aktivitas proteolitik mikroba tersebut memiliki implikasi langsung terhadap kerusakan struktur fisik udang. Seiring dengan meningkatnya pH menjadi lebih basa, daya ikat air (*water holding capacity*) pada jaringan otot udang mengalami perubahan yang menyebabkan tekstur menjadi lembek dan kehilangan elastisitas. Selain itu, produksi amonia dan senyawa volatil lainnya tidak hanya menaikkan pH, tetapi juga bertanggung jawab atas timbulnya bau amis (*fishy odor*) yang tajam dan perubahan warna (diskolarisasi) pada kepala dan daging udang. Kondisi inilah yang mendasari rendahnya skor organoleptik pada penyimpanan 72 jam, di mana udang vaname $4{,}73 \pm 0{,}57^{a}$ dan udang windu $5{,}37 \pm 0{,}46^{a}$ telah berada di bawah batas layak konsumsi (skor minimal 7). Secara integratif, data ini mengonfirmasi bahwa pertumbuhan mikroba yang tidak terkendali pada suhu ruang menjadi driving force utama bagi kerusakan kimiawi (pH) yang pada akhirnya memanifestasikan degradasi sensoris secara menyeluruh.

Gambar 2 menunjukkan tren peningkatan nilai pH yang konsisten menuju kondisi basa pada kedua spesies udang seiring bertambahnya waktu penyimpanan. Meskipun pola kenaikannya serupa, udang vaname secara persisten menunjukkan nilai pH yang sedikit lebih tinggi dibandingkan udang windu, baik pada kondisi segar (T0) maupun setelah mencapai akhir periode penyimpanan di jam ke-72 (T72). Pada udang segar menunjukkan bahwa nilai pH untuk udang vaname segar adalah $5{,}24 \pm 0{,}06^{a}$ dan udang windu segar adalah $5{,}13 \pm 0{,}01^{a}$, menunjukkan kesegaran yang baik dan kondisi udang yang masih berada dalam rentang normal untuk produk perikanan segar. Pada penyimpanan 24 jam menunjukkan bahwa terjadi peningkatan nilai pH dengan udang vaname mencapai nilai pH $6{,}52 \pm 0{,}17^{b}$ dan udang windu $6{,}39 \pm 0{,}11^{b}$. Peningkatan ini menunjukkan adanya perubahan dalam aktivitas kimia dan biologi, yang kemungkinan disebabkan oleh pertumbuhan bakteri atau proses dekomposisi awal. Pada penyimpanan 72 jam menunjukkan bahwa nilai pH meningkat secara signifikan, dengan udang vaname mencapai nilai $7{,}67 \pm 0{,}02^{c}$ dan udang windu $7{,}55 \pm 0{,}15^{c}$. Peningkatan ini menunjukkan bahwa udang mengalami pembusukan lebih lanjut, di mana aktivitas bakteri dan degradasi protein semakin intensif, menghasilkan senyawa basa yang menaikkan pH.

Peningkatan nilai pH pada udang seiring waktu penyimpanan merupakan indikasi bahwa mutu udang mengalami penurunan, khususnya terkait aktivitas mikroorganisme yang menguraikan komponen organik dalam daging udang (Peng *et al.,* 2022). Kondisi pH yang lebih tinggi (di atas 7) mengindikasikan bahwa udang telah memasuki fase dekomposisi yang signifikan, yang menyebabkan perubahan dalam rasa, tekstur, dan aroma. Nilai pH yang lebih tinggi juga menunjukkan bahwa udang kemungkinan besar telah terkontaminasi oleh bakteri pembusuk yang menghasilkan senyawa basa seperti amonia, yang tidak hanya menurunkan mutu sensori udang tetapi juga berpotensi menimbulkan risiko kesehatan jika dikonsumsi (Nie *et al.,* 2022). Dalam penelitian ini, udang yang disimpan selama 72 jam menunjukkan pH yang mendekati atau melebihi nilai pH 7, yang mengindikasikan produk tersebut tidak lagi layak untuk dikonsumsi.

Peningkatan pH merupakan salah satu indikator kunci dari penurunan mutu udang, karena perubahan ini berhubungan langsung dengan aktivitas mikroorganisme yang mengakibatkan pembusukan (Rezende *et al.,* 2022). Pada saat udang mulai kehilangan kesegaran, pH akan meningkat akibat proses degradasi enzimatik dan mikrobiologis. Seiring dengan meningkatnya pH, mutu sensoris udang, seperti rasa, bau, dan tekstur, juga akan semakin menurun, sehingga produk tidak lagi diterima oleh konsumen (Amaral *et al.,* 2021). Nilai pH yang normal untuk udang segar biasanya berkisar antara 5,5 hingga 6,5. Ketika pH udang mulai mendekati 7 atau lebih tinggi, hal ini menunjukkan bahwa kualitas udang sudah memburuk secara signifikan, terutama dari segi mikrobiologis dan kimiawi (Anagnostopoulos *et al.,* 2022).

Gambar 3 menunjukkan perbedaan yang sangat mencolok dalam laju pertumbuhan bakteri antara kedua

ISSN : 2621-1475

spesies. Udang vaname mengalami lonjakan eksponensial hingga menembus garis batas maksimum keamanan pangan (5,0 log cfu/g) sebelum mencapai jam ke-72. Sebaliknya, laju pertumbuhan mikroba pada udang windu jauh lebih landai dan tetap berada di bawah ambang batas bahaya. Pola ini memperkuat indikasi *species-specific deterioration pattern*, di mana kerusakan mutu udang windu pada fase awal penyimpanan lebih didominasi oleh degradasi enzimatik endogen dibandingkan oleh pembusukan bakteri secara masif. Pada udang segar menunjukkan bahwa udang vaname segar memiliki nilai TPC 2,1±0,02^{a} log cfu/g dan udang windu segar memiliki nilai 2,8±0,00^{a} log cfu/g. Nilai ini menunjukkan bahwa kontaminasi mikrobiologis pada udang segar masih rendah dan berada dalam batas aman konsumsi. Pada penyimpanan 24 jam menunjukkan bahwa setelah 24 jam penyimpanan, nilai TPC pada udang vaname meningkat menjadi 4,3±0,01^{b} log cfu/g dan udang windu meningkat menjadi 3,0±0,02^{b} log cfu/g. Peningkatan ini menunjukkan bahwa jumlah bakteri pada kedua jenis udang telah bertambah, meskipun masih dalam batas yang dapat diterima. Pada penyimpanan 72 jam menunjukkan bahwa nilai TPC terus meningkat setelah penyimpanan selama 72 jam, dengan udang vaname mencapai 5,7±0,01^{c} log cfu/g dan udang windu mencapai 3,9±0,01^{c} log cfu/g. Nilai TPC ini menunjukkan bahwa jumlah bakteri telah mencapai tingkat yang tinggi, yang menandakan penurunan mutu mikrobiologis dan potensi risiko keamanan pangan yang lebih tinggi.

Fenomena yang membedakan kedua spesies ini (*novelty*) terlihat jelas pada penyimpanan jam ke-72. Udang vaname mengalami lonjakan populasi bakteri hingga 5,7 log cfu/g, yang telah melampaui batas aman konsumsi (5,0 log cfu/g), disertai kenaikan pH ekstrem ke angka 7,67. Sebaliknya, pada udang windu, meskipun nilai TPC (3,9 log cfu/g) secara kuantitatif belum melampaui ambang bahaya mikrobiologis, parameter mutunya telah hancur secara organoleptik (skor 5,37) dan pH telah bergeser ke basa (7,55). Hal ini terjadi karena aktivitas metabolisme bakteri pembusuk, terutama kelompok bakteri mesofilik, yang mendegradasi senyawa nitrogen organik seperti protein dan asam amino. Proses deaminasi oksidatif dan dekarboksilasi oleh mikroba menghasilkan senyawa-senyawa basa volatil, terutama amonia (NH_3), trimetilamin (TMA), dan senyawa nitrogen lainnya yang bersifat basa. Akumulasi senyawa-senyawa basa inilah yang secara langsung memicu pergeseran pH udang dari kondisi asam lemah/netral menjadi basa.

Hasil pengujian TPC menunjukkan bahwa jumlah total bakteri meningkat secara signifikan seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan. Udang yang disimpan selama 72 jam mengalami peningkatan TPC yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan udang segar, yang menunjukkan bahwa kondisi penyimpanan memiliki dampak besar terhadap pertumbuhan mikroorganisme dalam udang. Secara umum, nilai TPC yang lebih tinggi menunjukkan bahwa udang tersebut telah terkontaminasi oleh mikroorganisme pembusuk, seperti Vibrio, Pseudomonas, dan bakteri patogen lainnya, yang dapat mempercepat proses degradasi mutu produk (Shang *et al.,* 2023). Pada kondisi penyimpanan yang buruk, bakteri ini dapat tumbuh dengan cepat, sehingga menyebabkan perubahan sensori pada udang, seperti bau busuk, tekstur yang lembek, dan rasa yang tidak enak (Tavares *et al.,* 2021). Berdasarkan standar keamanan pangan, produk dengan TPC yang melebihi ambang batas tertentu dianggap tidak layak konsumsi. Nilai TPC yang lebih dari 5 log cfu/g umumnya dianggap sebagai tanda bahwa produk tersebut telah mengalami penurunan mutu yang signifikan dan tidak aman untuk dikonsumsi (Peng *et al.,* 2022). Dalam penelitian ini, udang vaname yang disimpan selama 72 jam telah melebihi ambang batas ini, menunjukkan bahwa udang tersebut sudah tidak layak untuk dikonsumsi.

Fenomena menarik terlihat pada udang windu di jam ke-72 (penyimpanan suhu ruang). Meskipun nilai TPC udang windu (3,9±0,01 log cfu/g) secara kuantitatif masih berada di bawah ambang batas keamanan pangan (5,0 log cfu/g), parameter mutu lainnya telah mengalami kerusakan parah, ditandai dengan skor sensoris yang anjlok (5,37±0,46) dan lonjakan pH menjadi basa (7,55±0,15). Ketidaksejalanan antara laju pertumbuhan bakteri dan kerusakan fisik-kimiawi ini mengindikasikan bahwa pada udang windu, fase autolisis enzimatik mendominasi tahap awal kemunduran mutu sebelum diambil alih sepenuhnya oleh aktivitas mikrobiologis.

Peningkatan TPC secara langsung berhubungan dengan penurunan mutu udang. Ketika jumlah bakteri dalam produk meningkat, bakteri tersebut menguraikan protein dan komponen lain dalam jaringan udang, yang menghasilkan senyawa-senyawa yang menyebabkan perubahan sensori pada udang, seperti bau busuk dan tekstur yang lembek (Dong *et al.,* 2022). Udang yang memiliki nilai TPC tinggi juga berisiko lebih besar terkontaminasi oleh bakteri patogen yang dapat menyebabkan penyakit bawaan pangan (Peng *et al.,* 2022). Secara umum, semakin lama udang disimpan tanpa kondisi penyimpanan yang memadai, semakin besar kemungkinan pertumbuhan bakteri yang cepat, yang secara signifikan menurunkan mutu sensoris dan mikrobiologis udang (Rezende *et al.,* 2022). Nilai TPC yang tinggi juga menunjukkan bahwa produk tersebut tidak hanya mengalami penurunan mutu sensori, tetapi juga

ISSN : 2621 - 1475

menimbulkan risiko bagi kesehatan konsumen (Kulawik *et al.,* 2023).

Ketidaksejalanan laju mikrobiologis dan fisik-kimiawi pada udang windu ini mengindikasikan bahwa fase autolisis enzimatik endogen (terutama enzim protease dan polyphenoloxidase/PPO) lebih mendominasi tahap awal kemunduran mutu sebelum diambil alih oleh pembusukan bakteri. Selain itu, lonjakan pH pada windu dapat dijelaskan melalui konsep *Specific Spoilage Organisms* (SSO) di mana sebagian kecil bakteri pembusuk spesifik sangat aktif melakukan deaminasi asam amino dan memproduksi basa volatil meskipun total kuantitas bakteri keseluruhan belum meledak. Aktivitas enzim protease secara mandiri memecah struktur protein miokolagen, yang secara langsung menyebabkan daging udang windu menjadi lembek dan kehilangan elastisitasnya (menurunkan skor tekstur sensoris). Sementara itu, enzim PPO memicu reaksi pencoklatan (melanosis) atau black spotpada karapas dan kepala udang, yang sangat menjatuhkan penilaian panelis terhadap kenampakan visual udang.

Selain itu, lonjakan pH menjadi 7,55 meskipun total populasi bakteri (TPC) belum maksimal dapat dijelaskan melalui konsep *Specific Spoilage Organisms* (SSO). Uji TPC menghitung akumulasi seluruh bakteri aerobik secara umum, namun produksi senyawa basa volatil (seperti amonia dan trimetilamin) yang menaikkan pH seringkali didorong oleh sebagian kecil kelompok bakteri pembusuk spesifik yang sangat aktif melakukan deaminasi asam amino, meskipun total kuantitas seluruh bakterinya belum meledak. Kombinasi antara kerusakan struktural akibat enzim endogen dan produksi metabolit basa oleh SSO inilah yang menyebabkan udang windu tertolak secara organoleptik dan kimiawi lebih awal daripada kerusakan mikrobiologis totalnya.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, disimpulkan bahwa udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dan udang windu (*Penaeus monodon*) memiliki *species-specific deterioration pattern* selama penyimpanan. Penyimpanan selama 72 jam pada suhu ruang memicu degradasi mutu pada kedua spesies, yang ditandai dengan penurunan skor organoleptik hingga di bawah ambang batas layak konsumsi (4,73–5,37) dan kenaikan nilai pH yang mencapai rentang 7,55–7,67. Secara mikrobiologis, udang vaname mengalami lonjakan populasi bakteri hingga 5,7 log cfu/g, yang telah melampaui ambang batas keamanan pangan sebesar 5,0 log cfu/g. Meskipun udang windu menunjukkan populasi bakteri yang lebih rendah (3,9 log cfu/g) dan laju pembusukan yang sedikit lebih lambat, kedua spesies tetap memerlukan penerapan sistem rantai dingin yang ketat sejak pascapanen untuk menjamin mutu dan keamanan produk selama rantai distribusi.

Ucapan Terima Kasih: Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Lampung atas dukungan finansial yang diberikan melalui skema DIPA Penelitian Terapan Tahun Anggaran 2024/2025.

DAFTAR PUSTAKA

Albalat, A., Zacarias, S., Coates, C. J., Neil, D. M., & Planellas, S. R. (2022). Welfare in Farmed Decapod Crustaceans, With Particular Reference to Penaeus vannamei. *Frontiers in Marine Science*, 9. https://doi.org/10.3389/fmars.2022.886024

Amaral, R. A., Pinto, C. A., Lima, V., Tavares, J., Martins, A. P., Fidalgo, L. G., Silva, A. M., Gil, M. M., Teixeira, P., Barbosa, J., Barba, F. J., & Saraiva, J. A. (2021). Chemical-Based Methodologies to Extend the Shelf Life of Fresh Fish—A Review. *Foods*, 10(10), 2300. https://doi.org/10.3390/foods10102300

Anagnostopoulos, D. A., Parlapani, F. F., & Boziaris, I. S. (2022). The evolution of knowledge on seafood spoilage microbiota from the 20th to the 21st century: Have we finished or just begun? *Trends in Food Science & Technology*, 120, 236–247. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.01.004

Cayer, M.-P., Dussault, N., de Grandmont, M. J., Cloutier, M., Lewin, A., & Brouard, D. (2020). Evaluation of the Tempo® System: Improving the Microbiological Quality Monitoring of Human Milk. *Frontiers in Pediatrics*, 8. https://doi.org/10.3389/fped.2020.00494

Dela, H., Egyir, B., Behene, E., Sulemana, H., Tagoe, R., Bentil, R., Bongo, R. N. A., Bonfoh, B., Zinsstag, J., Bimi, L., & Addo, K. K. (2023). Microbiological quality and antimicrobial resistance of Bacteria species recovered from ready-to-eat food, water samples, and palm swabs of food vendors in Accra, Ghana. *International Journal of Food Microbiology*, 396, 110195. https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2023.110195

Dong, H., Gai, Y., Fu, S., & Zhang, D. (2022). Application of Biotechnology in Specific Spoilage Organisms of Aquatic Products. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 10. https://doi.org/10.3389/fbioe.2022.895283

ISSN : 2621-1475

Holt, C. C., Bass, D., Stentiford, G. D., & van der Giezen, M. (2021). Understanding the role of the shrimp gut microbiome in health and disease. *Journal of Invertebrate Pathology*, 186, 107387. https://doi.org/10.1016/j.jip.2020.107387

Huang, Z., Guan, W., Lyu, X., Chen, R., Wu, Y., Zheng, G., & Mao, L. (2023). Impacts of long-time transportation on whiteleg shrimp (Penaeus vannamei) muscle quality and underlying biochemical mechanisms. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 103(15), 7590–7599. https://doi.org/10.1002/jsfa.12841

Joshi, A., Bhardwaj, D., Kaushik, A., Juneja, V. K., Taneja, P., Thakur, S., & Kumra Taneja, N. (2022). Advances in multi-omics based quantitative microbial risk assessment in the dairy sector: A semi-systematic review. *Food Research International*, 156, 111323. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111323

Kulawik, P., Rathod, N. B., Ozogul, Y., Ozogul, F., & Zhang, W. (2023). Recent developments in the use of cold plasma, high hydrostatic pressure, and pulsed electric fields on microorganisms and viruses in seafood. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 63(29), 9716–9730. https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2077298

Lin, D., Sun, L.C., Chen, Y.L., Liu, G.M., Miao, S., & Cao, M.J. (2022). Shrimp spoilage mechanisms and functional films/coatings used to maintain and monitor its quality during storage. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 25–37. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.08.020

Moldagaliyeva, D., Uzakov, Y., Sarsembayeva, N., Ibazhanova, A., Jussipbekova, B., Nurakhova, A., Artykbayeva, U., dan Baimuratova, M. (2023). Functional semi-finished fish product evaluation: organoleptic and evidence in vivo. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7. https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1190340

Muralisankar, T., Kalaivani, P., Thangal, S. H., & Santhanam, P. (2021). Growth, biochemical, antioxidants, metabolic enzymes and hemocytes population of the shrimp Litopenaeus vannamei exposed to acidified seawater. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: *Toxicology & Pharmacology*, 239, 108843. https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2020.108843

Nie, X., Zhang, R., Cheng, L., Zhu, W., Li, S., & Chen, X. (2022). Mechanisms underlying the deterioration of fish quality after harvest and methods of preservation. *Food Control*, 135, 108805. https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2021.108805

Peng, S., Wei, H., Zhan, S., Yang, W., Lou, Q., Deng, S., Yu, X., & Huang, T. (2022). Spoilage mechanism and preservation technologies on the quality of shrimp: An overview. *Trends in Food Science & Technology*, 129, 233–243. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.09.024

Pinto de Rezende, L., Barbosa, J., & Teixeira, P. (2022). Analysis of Alternative Shelf Life-Extending Protocols and Their Effect on the Preservation of Seafood Products. *Foods*, 11(8), 1100. https://doi.org/10.3390/foods11081100

Sá, M. V. C., Cavalcante, D. H., & Lima, F. R. S. (2021). Total buffering capacity of CaCO3-undersaturated and saturated waters buffered with agricultural limestone or hydrated lime and its importance to the liming of shrimp culture ponds. Aquaculture, 536, 736455. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2021.736455

Shang, X., Wei, Y., Guo, X., Lei, Y., Deng, X., & Zhang, J. (2023). Dynamic Changes of the Microbial Community and Volatile Organic Compounds of the Northern Pike (Esox lucius) during Storage. *Foods*, 12(13), 2479. https://doi.org/10.3390/foods12132479

Spelta, A. C. F., Lorenzini, J. P. S., Neves, L. do C., Rodrigues, L. dos S., Lana, Â. M. Q., Nakayama, C. L., Marques, R. V., Napoli, M. Y. R., Alves, G. M., & Miranda-Filho, K. C. M. (2021). Dynamics of the water quality parameters in the super-intensive culture of Litopenaeus vannamei in BFT system on artificial brackish water. *Aquaculture International*, 29(5), 2049–2063. https://doi.org/10.1007/s10499-021-00734-1

Sun, K., Pan, C., Chen, S., Liu, S., Hao, S., Huang, H., Wang, D., & Xiang, H. (2023). Quality changes and indicator proteins of Litopenaeus vannamei based on label-free proteomics analysis during partial freezing storage. *Current Research in Food Science*, 6, 100415. https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.100415

Tavares, J., Martins, A., Fidalgo, L. G., Lima, V., Amaral, R. A., Pinto, C. A., Silva, A. M., & Saraiva, J. A. (2021). Fresh Fish Degradation and Advances in Preservation Using Physical Emerging Technologies. *Foods*, 10(4), 780. https://doi.org/10.3390/foods10040780

Thangal, S. H., Muralisankar, T., Anandhan, K., Gayathri, V., & Yogeshwaran, A. (2022). Effect of CO2 driven ocean acidification on the mud crab Scylla serrata

ISSN : 2621 - 1475

instars. *Environmental Pollution*, 312, 119995. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.119995

Yang, F., You, Y., Lai, Q., Xu, L., & Li, F. (2023). Vibrio parahaemolyticus becomes highly virulent by producing Tc toxins. *Aquaculture*, 576, 739817. https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.739817

Zhu, C., Chen, L., Zeng, X., Sun, Y., Jiao, D., Liu, M., Zheng, M., Liu, J., & Liu, H. (2022). Effects of ultra high pressure-magnetic field treatment on protein properties and quality characteristics of stored shrimp (Litopenaeus Vannamei). *LWT*, 170, 114070. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114070