

## NILAI INDEKS RIGOR DAN KARAKTERISTIK KIMIA IKAN LELE (*Clarias* sp.) BERDASARKAN CARA KEMATIAN

*Rigor Index Value and Chemical Characteristics of Lele Fish (Clarias sp.) based on Slaughtering Methods*

Aldo Suryawinata, Andi Noor Asikin\*, Ita Zuraida, Septiana Sulistiawati, Seftylya Diachanty

Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman

\*Penulis koresponden: asikin63@yahoo.com

(Diterima 12-07-2023; Direvisi 27-02-2024; Dipublikasi 28-11-2024)

### ABSTRACT

Catfish (*Clarias* sp.) is a type of fish that is widely cultivated and sold in the market alive. The method of fish death can affect the characteristics of fish because it plays a major role in the process of starting and ending the *rigor mortis* phase which contributes to the quality and durability of fish. This study aims to determine the effect of method of death on rigor index values and chemical characteristics of catfish (*Clarias* sp.) and organoleptic values of catfish (*Clarias* sp.). This study used 2 treatments, namely P1 (fish killed immediately) and P2 (fish left alone) without water for 12 hours), each treatment was repeated 2 times. The test parameters were rigor index, pH, Total Volatile Base (TVB), moisture content and organoleptic values observed in each pre, rigor, and *post rigor* phase. analyzed using the T test to determine the effect of treatment on the test parameters. The results showed that differences in how to kill fish affected the value of rigor index, Total Volatile Base (TVB), and pH. P2 showed an increase in the value of rigor index, Total Volatile Base (TVB), and the pH is greater than P1.

**Kata kunci:** *Clarias* sp., rigor index, pre rigor, post rigor

Ikan lele (*Clarias* sp.) merupakan salah satu jenis ikan yang banyak di budidayakan dan dijual di pasar dalam keadaan hidup. Cara kematian ikan dapat mempengaruhi karakteristik ikan karena berperan besar pada proses bermula dan berakhirnya fase *rigor mortis* yang berkontribusi pada mutu dan daya awet ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cara kematian terhadap nilai indeks rigor, karakteristik kimia pada ikan lele (*Clarias* sp.) dan nilai organoleptik ikan lele (*Clarias* sp.). Penelitian ini menggunakan 2 perlakuan yaitu P1 (ikan langsung dimatikan) dan P2 (ikan dibiarkan tanpa air selama 12 jam dan dimatikan), setiap perlakuan dilakukan pengulangan 2 kali. Parameter uji terdiri dari indeks rigor, pH, Total Volatile Base (TVB), kadar air dan nilai organoleptik yang diamati pada setiap fase pre, rigor, dan *post rigor*. Data hasil pengamatan di analisis menggunakan uji T untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap parameter uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan cara kematian ikan berpengaruh terhadap nilai indeks rigor, Total Volatile Base (TVB), dan pH. P2 menunjukkan peningkatan nilai Indeks rigor, Total Volatile Base (TVB), dan pH lebih besar dari P1.

**Kata kunci:** *Clarias* sp., indeks rigor, pre rigor, post rigor

### PENDAHULUAN

Cara kematian ikan dapat mempengaruhi karakteristik pada ikan, karena berpengaruh besar terhadap bermula dan berakhirnya fase *rigor mortis* yang berkontribusi pada mutu dan daya awet ikan (Nurimala *et al.*, 2019). Ikan yang dibiarkan menggelepar cenderung lebih cepat mengalami penurunan mutu dibandingkan dengan ikan yang langsung dimatikan (Simon Masengi *et al* 2021). Hasil penelitian (Nurimala *et al.*, 2019) menyebutkan bahwa penurunan kadar protein pada ikan dapat disebabkan oleh adanya aktifitas enzim dan aktifitas mikroorganisme setelah ikan memasuki fase kemunduran mutu.

Menurut Liviawaty dan Afrianto (2014) secara garis besar terdapat tiga fase kemunduran mutu yang dialami oleh ikan, yaitu fase *pre rigor*, *rigor mortis*, dan *post rigor mortis*. Ikan lebih cepat memasuki fase *rigor mortis* pada suhu ruang dan berlangsung lebih singkat. Apabila fase *rigor mortis* tidak dapat dipertahankan lebih lama maka pembusukan oleh aktivitas enzim dan bakteri akan berlangsung lebih cepat. Aktivitas enzim dan bakteri tersebut menyebabkan perubahan yang sangat pesat sehingga ikan memasuki fase *post rigor*. Fase ini menunjukkan bahwa mutu ikan sudah rendah dan tidak layak untuk dikonsumsi.

Beberapa penelitian melaporkan kajian tentang *post mortem* beberapa jenis ikan. Liviawaty dan Afrianto (2014) melaporkan bahwa penentuan waktu *rigor mortis* ikan nila merah berdasarkan pola perubahan derajat keasaman. Jabarsyah (2015) melaporkan perbedaan laju perkembangan *rigor mortis* ikan baronang, ikan kiper, kakap merah, ikan batu, dan trakulu. Lestari *et al.* (2020) melaporkan pengaruh kondisi *post mortem* ikan patin dengan kematian menggelepar yang disimpan pada suhu berbeda terhadap mutu *fillet* nya.

Ikan lele merupakan salah satu jenis ikan yang banyak di konsumsi masyarakat selain ikan mas dan ikan nila. Ikan lele memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, berdasarkan hasil penelitian Apriyani (2017), setiap 100 g daging ikan lele mengandung 18,2 gram protein. Perhitungan kandungan protein tersebut yaitu setiap 1 kg ikan lele berukuran kecil bisa dikonsumsi untuk 10 porsi. Setiap porsi mengandung kurang lebih protein 18 g, energi 290 kalori, lemak 16 g, dan karbohidrat 12 g. Ikan lele umumnya di pasarkan dalam keadaan hidup yang ditempatkan di dalam wadah baik dengan media air maupun tanpa air. Cara pemasaran ikan lele hidup ditempatkan dalam wadah dengan air terbatas maupun tanpa air tentunya akan berpengaruh terhadap proses kematian ikan. Proses kematian ikan akan menentukan karakteristik kimia dan organoleptik ikan lele segar dan akhirnya berlanjut pada proses penurunan mutu ikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh cara kematian terhadap nilai indeks rigor, karakteristik kimia dan nilai organoleptik ikan lele (*Clarias* sp.) berdasarkan fase kematian ikan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan lele hidup ukuran 125 g/ekor sebanyak 30 ekor yang diperoleh dari pasar Segiri Samarinda. Bahan-bahan untuk analisis terdiri dari *Tricloroacetic Acid* (TCA) 7%,  $H_3BO_3$ ,  $K_2CO_3$  Jenuh,  $HCl$  0,021 N, kertas saring, indikator Tashiro, aquades,  $K_2CO_3$ , *Buffer* pH 4 dan 7. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kotak kayu, pisau, nampan, talenan, baskom, pH meter, piring, *beaker glass*, *homogenizer*, timbangan analitik dan kertas saring, cawan Conway, inkubator dan *score sheet*. untuk uji organoleptik.

### Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui indeks rigor ikan lele (*Clarias* sp.) sebagai dasar untuk menentukan lama waktu memasuki setiap fase penurunan mutu. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan diketahui bahwa ikan lele yang langsung dimatikan, fase *pre rigor* terjadi selama 4 jam setelah ikan mati, sedangkan fase *rigor mortis* terjadi selama 16 jam setelah ikan mati dan fase *post rigor* dicapai pada jam ke 18 setelah ikan mati.

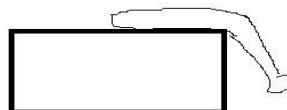
### Penelitian Utama

Penelitian utama dilakukan setelah diketahui lama waktu ikan lele memasuki fase kemunduran mutu (fase *pre rigor*, fase *rigor mortis* dan fase *post rigor*) pada penelitian pendahuluan. Pada penelitian utama dilakukan pengamatan fase kemunduran mutu terhadap 2 perlakuan cara kematian ikan lele yaitu : ikan lele langsung dimatikan (P1) dan ikan lele yang dibiarkan hidup tanpa air selama 12 jam (P2) dan dimatikan. Ikan yang sudah mengalami perlakuan selanjutnya dilakukan pengujian pada ke tiga fase kemunduran mutu.

### Pengukuran Indeks Rigor

Pengukuran indeks rigor mengacu pada metode Jabarsyah (2015) dengan modifikasi sebagai berikut :

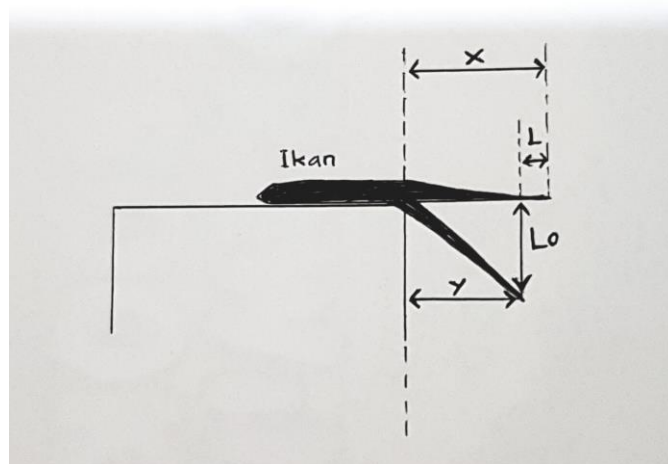
- Mengukur panjang total tubuh ikan lele (dari ujung kepala sampai ujung ekor)
- Meletakkan setengah badan ikan lele ke atas meja di bagian tengah badan dan bagian ekor dibiarkan menjuntai ke bawah, seperti disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Cara meletakkan ikan

- Melakukan pengukuran dengan interval waktu 2 jam pada ikan di mulai pada jam ke-0 (sesaat setelah ikan mati), jam ke-2, jam ke-4, jam ke-6, jam ke-8, jam ke-10, jam ke-12, jam ke-14, jam ke-16, jam ke-18, jam ke-20, jam ke-22, dan jam ke-24, dengan cara sebagai berikut:

1. Mengukur panjang badan ikan yang tidak menapak di meja (x). (Catatan: ukuran ini akan sama setiap jam pengamatan, posisi ikan harus selalu dijaga supaya tidak berubah).
2. Mengukur panjang badan ikan yang menjuntai ke bawah (y). (Catatan: ukuran ini akan berubah setiap jam pengamatan karena jika ikan mulai menuju fase rigor lama kelamaan ekor akan naik ke atas atau kaku, sehingga ukuran (y) akan menjadi makin panjang setiap jamnya).
3. Mengukur tinggi dari ujung ekor yang menjuntai tegak lurus ke arah meja atau sejajar dengan meja ( $L_0$ ). (Catatan: ukuran ini juga akan berubah setiap jam pengamatan karena jika ikan mulai menuju fase rigor atau ekor ikan naik ke atas atau kaku maka  $L_0$  menjadi makin pendek setiap jamnya). Secara rinci cara pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Cara pengukuran index rigor

- d. Nilai indeks rigor dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Rigor Index (\%)} = (L_0 - L / L_0) \times 100$$

X = panjang badan ikan tidak menapak di meja (panjang 50% dari panjang badan ikan)

$L_0$  = tinggi dari ujung ekor yang menjuntai tegak lurus ke arah meja atau sejajar dengan meja.

L = perubahan jarak kelemasan ikan setelah mati ( $L = x - y$ )

### Uji Kadar pH

Pengujian pH yang dilakukan pada penelitian ini adalah menggunakan pH meter, dimana pengukuran keasaman dengan pH meter dilakukan dengan cara menusuk probe pH meter ke tubuh ikan yang akan diuji. Nilai pH akan tertara pada layar pH meter dan dicatat. Setelah selesai digunakan, bilas batang elektrode pH meter dengan air suling/aquades. Agar lebih akurat, sebaiknya pengukuran pH untuk larutan uji yang sama dilakukan sebanyak 2-3 kali (Muchtaridi dan Justiana 2006). Pengujian tersebut dilakukan untuk mengetahui perbedaan pH daging ikan pada masing – masing perlakuan.

### Uji Total Volatile Base (TVB) (BSN, 2009)

Analisis ini bertujuan untuk menentukan jumlah kandungan senyawa basa volatil yang terbentuk akibat degradasi protein. Prosedur kerja analisis kadar TVB terbagi atas 3 tahap sebagai berikut:

- a. Tahap Ekstraksi

Sampel ditimbang sebanyak 25 gram dengan menggunakan beaker glass. Kemudian 75mL (TCA) 7% ditambahkan ke dalam sampel dan dihomogenkan dengan homogenizer selama 2 menit. Larutan kemudian disaring dengan kertas saring kasar dan dihasilkan filtrat yang akan digunakan pada tahapan selanjutnya.

- b. Tahap Destilasi

Sebanyak 1 mL sampel filtrat dimasukkan ke dalam *outer chamber* sebelah kiri cawan *Conway*, kemudian 1 mL  $K_2CO_3$  dimasukkan ke dalam *outer chamber* sebelah kanan cawan *Conway*.

Sebanyak 1 mL asam borat 3% dimasukkan ke dalam inner chamber cawan Conway lalu cawan Conway ditutup rapat kemudian diinkubasi selama 2 jam pada suhu 35°C.

c. Tahap Titrasi

Larutan borat dititrasi dalam inner chamber dengan larutan HCl 0,02 N. titik akhir titrasi ditandai dengan terbentuknya warna hijau. Penentuan nilai TVB merujuk pada persamaan

$$\text{Nilai TVB} \left( \text{mg} - \frac{N}{100g} \right) = \frac{(Vc - Vb) \times N \text{ HCl} \times 14,007 \times Fp \times 100}{Bs}$$

Keterangan:

Vc = Volume Larutan HCl pada titrasi sampel ( mL)

Vn = Volume Larutan HCl pada titrasi blanko (mL)

Ar N = Berat atom Nitrogen ( 14,007 g/mol)

Fp = Faktor Pengenceran

### Uji Kadar Air (BSN, 2015)

Pengujian kadar air menggunakan metode gravimetri yaitu berdasarkan penimbangan berat. Langkah pengujian kadar air yaitu cawan kosong dikeringkan kedalam oven selama 2 jam dengan suhu 105°C sampai diperoleh berat konstan. Cawan yang telah dioven didinginkan kedalam desikator selama 30 menit hingga mencapai suhu ruang dan ditimbang. Sampel ditimbang sebanyak 2 g dalam cawan. Cawan yang diisi sampel dikeringkan kedalam oven dengan suhu 105°C hingga berat konstan (16-24 Jam). Sampel dipindahkan dengan menggunakan alat penjepit ke dalam desikator selama ± 30 menit kemudian ditimbang. Perhitungan kadar air menggunakan rumus sebagai berikut,

$$\text{Kadar air (\%)} = (B - C)/(B - A) \times 100$$

Keterangan :

A : berat cawan kosong (g)

B : berat cawan dan sampel awal (g)

C : berat cawan dan sampel kering (g)

### Uji Organoleptik (BSN, 2011)

Penilaian mengacu pada SNI 01-2729-1-2006 yang telah dimodifikasi menggunakan 10 panelis semi terlatih. Penilaian organoleptik ikan lele meliputi parameter kenampakan keutuhan daging, kenampakan warna daging, bau dan tekstur. Ikan dikategorikan segar jika memiliki nilai sensori berkisar antara 9-7, agak segar jika berkisar 6-5 dan dikategorikan busuk jika berkisar 3-1.

### Analisis Data

Pada penelitian ini dilakukan dengan mengamati nilai indeks rigor dan karakteristik kimia ikan lele berdasarkan perbedaan dua cara mematikan ikan. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji T untuk mengetahui perbedaan antara ikan lele yang langsung dimatikan dan ikan lele yang dibiarkan tanpa air selama 12 jam dan dimatikan.

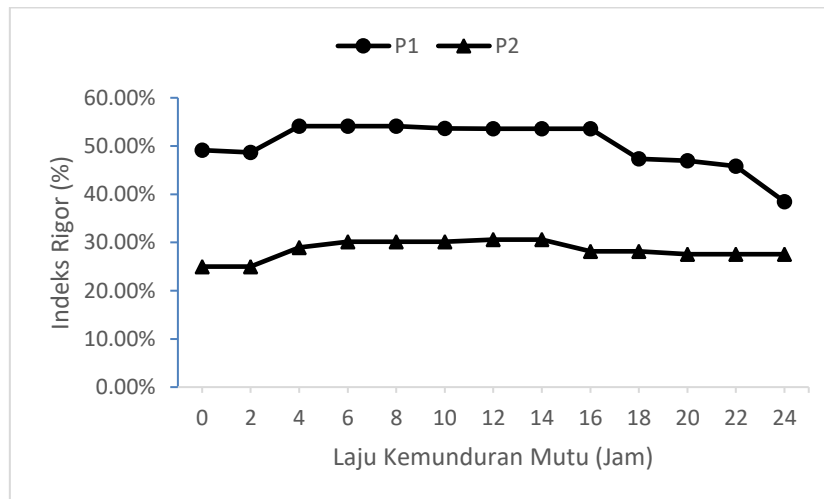
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Indeks Rigor

Pengukuran indeks rigor bertujuan untuk mengetahui dimulainya ikan lele memasuki tahap penurunan kesegaran ikan yaitu fase *pre rigor* , *rigor mortis*, dan *post rigor* . Pada penelitian pendahuluan diketahui bahwa fase *pre rigor mortis* terjadi selama 4 jam setelah ikan mati, fase *rigor mortis* terjadi selama 12 jam (16 jam setelah ikan mati), dan fase *post rigor mortis* terjadi selama 2 jam (18 jam setelah ikan mati). Tahap-tahap tersebut digunakan untuk pengambilan sampel pada penelitian utama. Pengukuran indeks rigor dilakukan setiap dua jam sekali selama 24 jam. Hasil analisis parameter indeks rigor dari dua perlakuan cara kematian ikan lele yang berbeda menunjukkan bahwa laju perkembangan fase penurunan kesegaran ikan juga berbeda-beda. Hasil pengukuran indeks rigor perlakuan P1 dan P2 disajikan pada Gambar 5.

Hasil penelitian menemukan bahwa laju perkembangan fase penurunan mutu ikan lele segar dengan perlakuan dibiarkan tanpa air selama 12 jam (P2) lebih cepat dibandingkan dengan ikan yang dimatikan secara langsung dengan cara ditusuk pada bagian kepala (P1). Pada P2, ikan memasuki fase *rigor mortis* pada jam ke 4 hingga jam ke 14 setelah ikan mati, kemudian memasuki fase *post rigor* pada jam ke 16.

Pada P1, ikan memasuki fase *rigor mortis* pada jam ke 4 hingga jam ke 16 setelah ikan mati, kemudian memasuki fase *post rigor* pada jam ke 18. Penurunan mutu pada P2 lebih cepat dari P1, hal ini disebabkan karena banyaknya energi yang digunakan untuk beraktifitas dan bertahan hidup ketika ikan dibiarkan tanpa air. Prabowo (2014) dalam penelitiannya menyatakan bahwa ikan akan mengalami penurunan fase kemunduran mutu dengan cepat karena selama proses kematian ikan tersebut mengalami luka, atau kehilangan energi. Ketika ikan mati, kondisi menjadi anaerob dan ATP terurai oleh enzim dalam tubuh dengan terjadinya suatu proses perubahan biokimia yang menyebabkan bagian protein otot (aktin dan miosin) berkontraksi dan menjadi kaku (*rigor*) (Valtria, 2010). Menurut Arifah (2012) ikan yang banyak melakukan gerakan menjelang kematiannya, akan menyebabkan penurunan secara signifikan pada kandungan ATP, glikogen dan kretain fosfat pada ototnya, dan mengakibatkan pemecahan cadangan glikogen dan berdampak pada penurunan pH yang lebih jauh diawal fase kematian.



Gambar 5. Laju kemunduran mutu ikan lele

### Pengujian Karakteristik Kimia Ikan Lele

Hasil pengujian karakteristik kimia terhadap ikan lele pada fase *pre rigor*, *rigor mortis*, dan *post rigor* untuk kedua perlakuan berbeda disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil pengujian karakteristik kimia ikan lele pada fase *pre*, *rigor*, dan *post rigor* dengan perbedaan cara kematian

Parameter	Fase / Perlakuan					
	<i>Pre rigor</i>		<i>Rigor mortis</i>		<i>Post rigor</i>	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
TVB	1,74±0,02	1,85±0,04	4,41±0,02	5,29±0,02	6,19±0,02	7,03±0,03
pH	6,24±0,04	6,57±0,01	6,06±0,02	6,02±0,06	6,72±0,02	6,93±0,06
Kadar Air	78,09±0,29	78,01±0,61	80,38±0,48	80,88±0,47	82,59±0,56	83,07±1,21

Keterangan : P1 : langsung dimatikan

P2 : dibiarkan tanpa air selama 12 jam dan dimatikan.

### Kadar Total Volatile Base (TVB)

Salah satu pengujian yang berfungsi menentukan ikan segar yang didasarkan pada akumulasi senyawa-senyawa basa seperti NH<sub>3</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>9</sub>N dan senyawa basa volatil yang menguap adalah uji TVB. Senyawa tersebut akan terkumpul pada daging setelah ikan mati (Nurilmala 2009). Hasil penelitian diperoleh bahwa nilai rata-rata kadar TVB daging ikan lele pada fase *pre rigor*, *rigor mortis*, dan *post rigor* pada kedua perlakuan berbeda yaitu nilai rata-rata TVB ikan lele pada fase *pre rigor* P1 sebesar 1,74 mg/100 gr dan P2 sebesar 1,85 mg/100 gr. Nilai rata-rata TVB pada fase *rigor mortis* P1 sebesar 4,41 mg/100 gr dan P2 sebesar 5,29 mg/100 gr, dan nilai rata-rata TVB pada fase *post rigor* P1 sebesar 6,19 mg/100gr dan P2 sebesar 7,03 mg/100gr. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai TVB semakin meningkat seiring dengan perubahan pada setiap fase penurunan mutu. Berdasarkan hasil uji T menunjukkan bahwa kadar TVB memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap P1 dan P2 pada setiap fase kemunduran mutu ikan lele. Nilai TVB pada P2 cenderung lebih tinggi dari pada P1 pada setiap fase

penurunan mutu ikan lele. Menurut Erni *et al.* (2015) bahwa peningkatan nilai TVB disebabkan oleh basa - basa menguap dari penguraian protein seperti amoniak dan amina seiring dengan penurunan mutu ikan tersebut. Selain itu peningkatan nilai TVB juga dapat terjadi karena adanya aktivitas bakteri selama ikan mengalami fase kemunduran mutu. Lebih lanjut menurut Anhar rozi (2018) peningkatan nilai TVB disebabkan oleh aktivitas bakteri yang menghasilkan senyawa – senyawa yang bersifat *volatile*. Sumber bakteri di dalam isi perut ikan juga mengandung beberapa enzim yang dapat menguraikan protein. Enzim yang terdapat pada organ pencernaan ini adalah tripsin, kimotripsin, dan pepsin.

### Kadar pH

Tingkat kesegaran ikan dapat ditunjukkan dengan nilai pH. Ikan yang tidak segar memiliki nilai pH basa dibandingkan ikan yang masih segar karena timbulnya senyawa yang bersifat basa, seperti  $\text{NH}_3$ ,  $\text{C}_3\text{H}_9\text{N}$  dan senyawa basa volatil lain (Poli *et al.*, 2005). Hasil uji pH yang dilakukan terhadap P1 dan P2 menunjukkan bahwa pH ikan mengalami kenaikan pada setiap fase kemunduran mutu (*pre rigor*, *rigor* dan *post rigor*). Pada fase *pre rigor*, nilai pH pada P1 sebesar 6,24 dan P2 sebesar 6,57. Berdasarkan hasil uji T menunjukkan bahwa kadar pH memberikan pengaruh nyata ( $p < 0,05$ ) terhadap P1 dan P2 pada setiap fase kemunduran mutu ikan lele. Pada fase *rigor mortis* nilai pH cenderung mengalami penurunan. Hal ini sesuai pendapat Liviawati dan Afrianto (2014), bahwa umumnya saat setelah ikan mati pH ikan mendekati netral, yaitu sekitar 6,8 hingga netral. Selanjutnya adanya pemecahan glikogen yang menghasilkan asam laktat akan meningkatkan keasaman daging yang mengakibatkan pH daging ikan menurun. *Japan International Cooperation Agency* (2008) menyatakan bahwa otot ikan hidup bersifat elastis dan kendur. Segera setelah tubuh ikan mulai kaku akibat kematian, seluruh badan ikan menjadi tidak elastis dan keras. Dimulainya proses tersebut bergantung pada suhu ikan, khususnya perbedaan antara suhu air dan suhu ruang penyimpanan. Semakin besar perbedaan suhu air dan tempat penyimpanan, semakin cepat ikan menjadi kaku, begitu pula sebaliknya. Pernafasan aerob berhenti dan oksidasi anaerob menyebabkan akumulasi asam laktat yang menyebabkan turunnya pH otot. kadar pH akhir juga bergantung pada spesies dan komposisi ikan.

Pada fase *post rigor*, pH ikan kembali mengalami peningkatan. Peningkatan nilai pH pada fase tersebut di duga karena terakumulasinya basa volatil dari aktivitas enzim. Nilai pH segera naik kembali setelah glikogen dari proses respirasi anearob habis. Saat kondisi pH turun pada fase *rigor mortis*, enzim autolisis yang aktif di suhu asam akan mendegradasi protein-protein pada ikan. Selanjutnya senyawa-senyawa basa akan dihasilkan dari proses autolisis enzim dan aktivitas bakteri. Kenaikan pH terus berlangsung hingga kebusukan terjadi. Berdasarkan hasil pengamatan di atas (Tabel 1), menunjukkan bahwa nilai pH ikan pada saat post mortem sekitar 7,4-6,0 atau mungkin lebih rendah (Irfan, 2010). Menurut Nurjanah *et.al.* (2007) penguraian enzim menjadi senyawa-senyawa sederhana dimulai pada saat nilai pH turun. Nilai pH yang turun akan mengakibatkan enzim katepsin menjadi aktif. Enzim tersebut mampu menguraikan protein menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga nilai pH kembali naik. Nilai pH daging ikan akan terus naik mendekati netral setelah fase *rigor mortis* berakhir. Seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan akan terjadi peningkatan nilai pH pada fase *post rigor* awal dan terus meningkat pada fase *post rigor* akhir.

### Kadar Air

Kadar air merupakan parameter penting untuk mengetahui mutu suatu produk dimana semakin rendah kadar air maka semakin baik mutunya. (Mutmainah *et al.*, 2013). Kadar air juga merupakan komponen penting dalam bahan pangan yang dapat mempengaruhi kualitas bahan pangan itu sendiri (Khalishi, 2011). Dari hasil pengujian kadar air, didapatkan nilai rata-rata kadar air pada setiap fase dan perlakuan yaitu fase *pre rigor* pada P1 sebesar 78,08%, P2 sebesar 78,01%, fase *rigor mortis* P1 sebesar 80,38 %, P2 sebesar 80,87 %, dan fase *post rigor* P1 sebesar 82,59%, P2 sebesar 83,05%.

Berdasarkan hasil uji T menunjukkan bahwa kadar air tidak berpengaruh nyata ( $p > 0,05$ ) terhadap P1 dan P2 pada setiap fase kemunduran mutu ikan lele, walaupun pada masing - masing perlakuan menunjukkan kecenderungan peningkatan kadar air dari fase *pre rigor* hingga fase *rigor mortis*. Kadar air P2 lebih tinggi peningkatannya dari pada P1. Kadar air P1 dan P2 pada setiap fase penurunan mutu masih memenuhi syarat berdasarkan SNI No. 01-2346-1991, syarat kadar air untuk ikan segar adalah 70 - 80% (BSN, 2006), sedangkan fase *rigor mortis* dan *post rigor* sudah melebihi standart SNI. Hal ini dikarenakan pada fase *post rigor* ikan sudah mengalami proses penurunan mutu lanjut dan akhirnya

mengalami kebusukan, seiring berlanjutnya proses kemunduran mutu, kadar air mengalami peningkatan. Fenomena ini dapat disebabkan oleh terjadinya proses penguraian protein menjadi komponen-komponen seperti amonia, H<sub>2</sub>S indol, skatol yang menyebabkan bau busuk dan diikuti terlepasnya air terikat menjadi air bebas oleh mikroorganisme. Bahan pangan yang memiliki kandungan air yang tinggi akan mudah mengalami kerusakan yang lebih cepat, dan berdampak pada kualitas bahan pangan (Nur, 2009).

### Uji Organoleptik

Hasil pengujian organoleptik terhadap ikan lele pada fase *pre rigor*, *rigor mortis*, dan *post rigor* pada P1 dan P2 disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil uji organoleptik ikan lele pada fase *pre-rigor*, *rigor*, dan *post rigor* dengan perbedaan cara kematian

Bagian yang diamati	<i>Pre rigor</i>		<i>Rigor mortis</i>		<i>Post rigor</i>	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2
Mata	9	9	7,26	7,26	5,46	5
Insang	8,4	8,6	6,73	6,93	5,66	4,2
Lendir	8,2	9	6,86	6,93	5,33	5
Daging	8,3	8	7	7,26	5	5
Bau	8,5	8,6	6,2	6,33	5	4,46
Tekstur	8,3	8,6	7	6,06	5	3,8

Keterangan : P1 : langsung dimatikan

P2 : dibiarkan tanpa air selama 12 jam dan dimatikan

### Mata

Mata merupakan indikator kesegaran utama yang dilihat oleh konsumen saat membeli ikan segar. Menurut Pariansyah *et al.* (2018) salah satu bagian tubuh ikan yang dijadikan sebagai parameter tingkat kesegaran ikan yaitu kenampakan mata. Berdasarkan hasil penilaian, nilai rata-rata kenampakan mata ikan lele pada fase *pre rigor*, pada P1 dan P2 memperoleh nilai yang sama yaitu 9, hal ini dikarenakan ikan masih dalam kondisi segar sehingga panelis memberi nilai yang sangat tinggi pada kedua perlakuan. Pada fase *rigor mortis*, nilai rata - rata pada mata ikan lele mengalami penurunan, untuk kedua perlakuan yaitu P1 sebesar 7,26 dan P2 sebesar 7,26. Penurunan nilai pada fase tersebut dikarenakan ikan telah mengalami kemunduran mutu sehingga panelis memberikan nilai yang lebih rendah, tetapi nilai rata – rata tersebut masih berada pada standar SNI 2729-2006 (BSN, 2006) bahwa kenampakan mata ikan masih memenuhi syarat dengan nilai organoleptik yakni 7. Pada fase *post rigor*, nilai rata – rata pada mata ikan terus mengalami penurunan, yaitu P1 sebesar 5,46 dan P2 sebesar 5, dan berdasarkan SNI, nilai tersebut sudah tidak memenuhi standar. Rendahnya nilai yang diberikan oleh panelis dikarenakan ikan sudah memasuki tahap akhir fase kemunduran mutu yang menyebabkan ikan sudah mendekati kebusukan. Menurut Pianusa *et al.*, (2015) salah satu ciri kemunduran mutu ikan yaitu berubahnya kondisi mata ikan menjadi terbenam dan pudar sinarnya akibat adanya aktivitas bakteri pembusuk.

### Insang

Berdasarkan hasil penilaian panelis, nilai rata - rata insang ikan lele pada fase *pre rigor*, pada P1 diperoleh nilai rata -rata sebesar 8,4 dan P2 sebesar 8,6. Tingginya nilai yang diberikan panelis terhadap kedua perlakuan dikarenakan ikan masih dalam kondisi segar. Pada fase *rigor mortis*, nilai rata - rata insang pada setiap perlakuan mengalami penurunan, nilai rata-rata pada P1 sebesar 6,73 dan P2 sebesar 6,93. Hal ini dikarenakan pada fase *rigor mortis* kondisi insang sudah mengalami perubahan seperti warna merah pada insang yang berubah menjadi agak kusam dan terdapat sedikit lendir sehingga panelis memberikan nilai yang cukup rendah pada fase ini. Pada fase *post rigor*, nilai rata – rata insang menjadi yang paling rendah, yaitu P1 sebesar 5,66 dan P2 sebesar 4,2. Rendahnya nilai yang diberikan panelis, dikarenakan ikan sudah memasuki tahap akhir fase kemunduran mutu dan telah mengalami perubahan ciri -ciri pada bagian insang sehingga panelis memberikan nilai yang sangat rendah pada fase ini. Perubahan yang terjadi pada insang ikan dapat disebabkan oleh keberadaan bakteri pembusuk dengan jumlah yang relatif besar karena salah satu tempat pemusatan bakteri pada ikan adalah insang. Pariansyah *et al.* (2018) menyatakan bahwa insang merupakan bagian yang mengandung paling banyak darah dan tempat yang baik untuk pertumbuhan bakteri pembusuk. Proses pembusukan pada ikan dapat terjadi bila bakteri yang terdapat pada insang jumlahnya sudah banyak sehingga dapat memicu terjadinya pembusukan. Berhimon (1993), menegaskan



bahwa ikan yang baru ditangkap mengandung mikroba secara alami dimana mikroba tersebut terkonsentrasi pada tiga bagian utama yaitu permukaan kulit, insang dan isi perut.

### Lendir

Tingkat kesegaran ikan dapat juga ditentukan dengan cara mengamati keberadaan lendir dipermukaan tubuh ikan. Berdasarkan hasil penilaian panelis, pada fase *pre rigor*, nilai rata - rata pada P1 sebesar 8,2 dan P2 sebesar 9, hal ini dikarenakan ikan masih dalam kondisi segar dan tubuh ikan ditutupi lendir bening dan berbau spesifik ikan sehingga panelis memberi nilai yang sangat tinggi pada kedua perlakuan tersebut. Pada fase *rigor mortis*, nilai rata - rata lendir pada P1 sebesar 6,86 dan P2 sebesar 6,93. Penurunan nilai yang diberikan panelis dikarenakan pada fase ini ikan sudah mengalami perubahan ciri-ciri seperti lapisan lendir yang sudah agak keruh, warna menjadi agak putih, dan kurang transparan sehingga panelis memberikan nilai yang cukup rendah pada fase ini. Pada fase *post rigor*, nilai rata - rata lendir pada P1 sebesar 5,33 dan P2 sebesar 5. Pada fase tersebut ikan sudah memasuki tahap akhir fase kemunduran mutu dan telah mengalami perubahan ciri-ciri pada bagian lendir sehingga panelis memberikan nilai yang sangat rendah. Junianto (2003) menyatakan bahwa lendir pada tubuh ikan yang dikeluarkan ini sebagian besar terdiri dari glukoprotein dan musim yang merupakan media ideal bagi pertumbuhan bakteri. Murniyati dan Sunarman (2000) dalam penelitiannya melaporkan bahwa pelepasan lendir merupakan reaksi alami ikan yang sedang sekarat terhadap keadaan yang tidak menyenangkan dan jumlah lendir yang terlepas menyelimuti tubuh dapat sangat banyak hingga mencapai 1-2,5 % dari berat tubuhnya dan proses pembusukan ikan terjadi tahap hiperaemia yaitu lendir ikan terlepas dari kelenjar-kelenjarnya didalam kulit, membentuk lapisan bening yang tebal disekeliling tubuh ikan.

### Daging

Daging ikan juga dapat digunakan sebagai parameter pengujian kesegaran ikan. Tubuh ikan hampir seluruhnya terdiri dari daging bergaris melintang yang dibentuk oleh serabut-serabut daging. Berdasarkan hasil penilaian panelis pada fase *pre rigor*, menunjukkan nilai rata-rata daging P1 sebesar 8,3 dan P2 sebesar 8. Tingginya nilai yang diberikan panelis, dikarenakan ikan masih dalam kondisi segar pada kedua perlakuan tersebut. Pada fase *rigor mortis*, nilai rata - rata daging pada P1 sebesar 7 dan P2 sebesar 7,26, hal ini dikarenakan telah terjadi perubahan pada daging ikan seperti sayatan daging kurang cemerlang, tidak ada kemerahan sepanjang tulang belakang, dan dinding perut utuh. Pada fase *post rigor*, panelis memberikan nilai rata-rata pada P1 sebesar 5 dan P2 sebesar 5. Rendahnya nilai yang diberikan panelis pada fase ini dikarenakan ikan sudah memasuki tahap akhir fase kemunduran mutu dan telah mengalami perubahan ciri -ciri kesegaran pada daging ikan. Menurut Gustini *et al.* (2014) bahwa perubahan tekstur daging ikan menjadi lembut dan lunak disebabkan karena adanya proses autolisis yang menimbulkan perubahan pada daging, seperti daging menjadi lunak dan mudah lepas dari tulang. Dipertegas oleh Nurjanah *et al.* (2004) yang menyatakan bahwa ciri-ciri *post rigor* yaitu tekstur daging ikan mulai lunak. Penurunan kesegaran mutu daging ikan dapat disebabkan adanya enzim katepsin dalam daging ikan yang berperan dalam proses terjadinya penurunan mutu (Ladtrat *et al.*, 2003).

### Bau

Bau merupakan parameter penentu kesegaran ikan yang mudah digunakan. Menurut Junianto (2003), faktor yang menyebabkan ikan cepat mengalami bau busuk adalah kadar glikogennya rendah sehingga *rigor mortis* berlangsung lebih cepat. Berdasarkan hasil penilaian panelis, pada fase *pre rigor* nilai rata - rata bau pada P1 sebesar 8,5 dan P2 sebesar 8,6. Tingginya nilai pada fase tersebut untuk P1 dan P2 dikarenakan ikan masih dalam kondisi segar. Pada fase *rigor mortis*, nilai rata - rata bau pada P1 sebesar 6,2 dan P2 sebesar 6,33. Terjadinya penurunan nilai bau dikarenakan telah terjadi perubahan pada bau ikan dan penurunan nilai bau terus berlangsung sampai fase *post rigor* dimana nilai rata - rata bau pada P1 sebesar 5 dan P2 sebesar 4,46. Rendahnya nilai pada fase tersebut dikarenakan bau amoniak sudah mulai tercium dan sedikit bau asam sehingga panelis memberikan nilai rendah. Oyelese (2006) menyatakan bahwa aktivitas bakteri pembusuk dalam mendekomposisi lemak dan protein menghasilkan senyawa-senyawa yang tidak diinginkan seperti amoniak, indol, dan H<sub>2</sub>S yang menyebabkan timbulnya bau tidak sedap dan rasa yang tidak enak pada ikan.

### Tekstur

Tekstur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pilihan konsumen terhadap suatu produk pangan. Berdasarkan hasil penilaian panelis, pada fase *pre rigor* nilai rata - rata tekstur pada P1 yaitu 8,3



dan P2 yaitu 8,6, hal ini dikarenakan ikan masih dalam kondisi segar sehingga panelis memberi nilai yang sangat tinggi pada kedua perlakuan. Pada fase *rigor mortis*, nilai rata - rata tekstur pada P1 yaitu 7 dan P2 yaitu 6,06. Terjadinya penurunan dikarenakan pada fase ini, tekstur ikan mulai mengalami perubahan seperti tekstur agak padat, dan agak elastis bila ditekan dengan jari sehingga panelis memberikan nilai tersebut. Penurunan nilai terus berlanjut hingga pada fase *post rigor* dengan nilai rata-rata tekstur pada P1 yaitu 5 dan P2 yaitu 3,8. Rendahnya penilaian panelis pada fase ini dikarenakan tekstur ikan sudah menjadi agak lunak dan daging mudah robek jika ditarik. Pradana (2008) menyatakan bahwa pada tahap akhir pembusukan (fase *post rigor*), otot ikan kembali melemas dan hilang elastisitasnya karena aktivitas bakteri dan enzim yang tidak terkendali sehingga terjadi degradasi protein otot ikan.

## KESIMPULAN

Nilai indeks rigor ikan lele berdasarkan cara kematian pada P1 dan P2, fase *pre rigor* berlangsung di jam ke 0 - 4 setelah ikan mati dengan masing - masing nilai indeks rigor 49,16% dan 25 %. Fase *rigor mortis* P1 di jam ke 4-18 setelah ikan mati dengan nilai indeks rigor 54,12 % - 53% dan P2 di jam ke 4-16 dengan nilai indeks rigor 28,98% - 30,59%. Fase *post rigor mortis* P1 berlangsung di jam ke 18 - 24 setelah ikan mati dengan nilai indeks rigor 47,36 % - 38,46% dan P2 pada jam ke 16 – 24 dengan nilai indeks rigor 28,16% - 27,58%. Nilai pH pada setiap fase (*pre*, *rigor*, *post rigor*) berturut - turut sebesar 6,24, 6,06, dan 6,72 pada P1 dan 6,57, 6,02, 6,93 pada P2. Nilai TVB pada setiap fase (*pre*, *rigor*, *post rigor*) berturut - turut sebesar 1,74 (*pre rigor*), 4,41(*rigor mortis*), dan 6,19 (*post rigor*) pada P1 dan 1,85 (*pre rigor*), 5,29(*rigor mortis*), 7,03 (*post rigor*) pada P2. Nilai kadar air pada setiap fase (*pre*, *rigor*, dan *post rigor*) berturut - turut sebesar 78,08% (*pre rigor*), 80,38 (*rigor mortis*), dan 82,59% (*post rigor*) pada P1 dan 78,01% (*pre rigor*), 80,87% (*rigor mortis*), 83,06% (*post rigor*) pada P2. Nilai organoleptik ikan lele pada bagian mata di setiap fase kemunduran mutu (*pre*, *rigor*, *post rigor*) mendapatkan nilai 9 - 5,46 pada P1 dan 9 - 5 pada P2. Insang mendapatkan nilai sebesar 8,4 - 5,66 pada P1, dan untuk P2 mendapatkan nilai sebesar 8,6 - 5,66. Lendir mendapatkan nilai sebesar 8,2 - 5,33 pada P1 dan 9 - 5 pada P2. Daging mendapat nilai sebesar 8,3 - 5 pada P1, dan untuk P2 mendapat nilai 8 - 5. Bau, mendapat nilai sebesar 8,5 - 5 pada P1, untuk P2 sebesar 8,6 - 4,46. Tekstur P1 mendapat nilai sebesar 8,3 - 5, untuk P2 mendapat nilai sebesar 8,6 - 3,8.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adawyah, R. 2011. Pengolahan dan Pengawetan Ikan. Bumi Aksara. Jakarta. hal. 22-23.
- Anhar, R. 2018. Laju Kemunduran Mutu Ikan Lele (*Clarias* sp) Pada Penyimpanan Suhu Chiling. Jurnal Perikanan Tropi. Vol 5. No. 2. Hal 169 – 182.
- Atria, dan Belvi. 2010. Pengolahan Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Tanpa Duri. Jurusan ilmu kelautan dan rekayasa. Politeknik Negeri Pontianak. Pontianak.
- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 2009. Cara uji kimia - Bagian 8: Penentuan kadar Total Volatil Base Nitrogen (TVB-N) dan Trimetil Amin Nitrogen (TMA-N) pada produk perikanan. SNI 2354.8-2009. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 2011. Petunjuk pengujian organoleptik dan atau sensori pada produk perikanan. SNI 2346-2011. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional [BSN]. 2015. Cara uji kimia - Bagian 2: Pengujian kadar air pada produk perikanan. SNI 2354.2-2015. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Barokah, G. R., Putri, A. K., Anissah, U., dan Murtini, J. T. 2018. Pembentukan Formaldehida Alami dan Penurunan Mutu Ikan Kerapu Cantik (*Epinephelus fuscoguttatus*) selama Penyimpanan pada Suhu Beku. Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan. 13(1): 71–78.
- Bernadeta, P. Ardiningsih dan I.H. Silalahi. 2012. Penentuan Kondisi Optimum Hidrolisat Protein Dari Limbah Ikan Ekor Kuning (*Caesio cuning*) Berdasarkan Karakteristik Organoleptik. Program Studi Kimia Fakultas MIPA. Universitas Tanjungpura. Hal 26 - 30
- Cahyono. 2000. Budidaya Ikan di Perairan Umum. Kanisius. Yogyakarta Bumi Aksara.
- Darmawati, Hasanah Natsir, dan Seniwati Dali. 2021. Analisis Total Volatile Base (TVB) dan Uji Organoleptik Nugget Ikan Dengan Penambahan Kitosan 2,5%. Vol. 04, No 01, 2021, pp. 01-10
- Daulay, A. H. 2010. Pemanfaatan Larva Diptera Sebagai Pakan Tambahan Pada Budidaya Ikan Lele Dumbo Dalam Upaya Efisiensi Biaya Produksi. Jurnal. Pengabdian Kepada Masyarakat. Vol. 16. No. 59. Hal. 4 – 5.
- Gustini, Siti, K., dan Ari, H.Y. 2014. Kualitas Ikan Kembung (*Rastrelliger kanagurta*) Setelah Perendaman Dalam Kitosan Ditinjau Dari Aspek Mikrobiologi dan Organoleptik. J. Protobiont, 3(2),100-105.
- Ilyas. 1983. Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan. Teknik Pendinginan Ikan. C.V Paripurna. 237 hal. Jakarta : Bhatara Aksara.

- Irfan M. 2010. Aktivitas Enzim Katepsim Dan Kolagenase pada Kulit Ikan Bandeng (*Chanos chanos, Forskal*) Selama Periode Kemunduran Mutu. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Jabarsyah, A. 2015. Perbedaan Laju Perkembangan *Rigor mortis* Beberapa Jenis Ikan. Jurnal Harpodon Borneo. Hal. 94 - 97
- Junianto. 2003. Teknik Penanganan Ikan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Karnila, R., Suparmi dan M. Romaida. 2006. Kajian Sifat Mutu Udang Galah (*Macrobrachium rosenbergii*) Segar Pada Penyimpanan Suhu Kamar. Berkala Perikanan Terubuk, 33 (2) : 121-125.
- Khairuman H. dan K. Amri. 2011. Buku Pintar Budidaya dan Bisnis 15 Ikan Konsumsi. Agromedia Pustaka. Jakarta. Hal 62 – 78
- Khalihsi, Z. 2011. Karakterisasi dan Formulasi Rengginang Tepung Ikan Tembang (*Sardinella fimbriata*). [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kjervold P. O., Fjara S. O., Østby P. B., dan Einen O., 2001. *Live chilling and crowding stress before*
- Ladrat, C.D., Bagnis, V.V., Noel, J., and Fleurence, J., 2003. Proteolytic Potential in White Muscle of Sea Bass (*Dicentrarchus labrax* L.) During Post Mortem Storage on Ice : Time-Dependent Changes in The Activity of The Components of The Calpain System. Food Chemistry, 84, 441-446.
- Liviawaty. 2010. Penanganan Ikan Segar, Widya Padjadjaran. Bandung
- Liviawaty E, dan Afrianto E. 2014. Penentuan Waktu *Rigor mortis* Ikan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*) Berdasarkan Pola Perubahan Derajat Keasaman. Jurnal akuatika 5 (1): 40-44
- Mahatmanti, F.W., Sugiyo, W. dan Sunarto, W., 2010. Sintesis kitosan dan pemanfaatannya sebagai anti mikrobial ikan segar. Saintek, 8 (2): 101-111.
- Metusalach, Safitri, dan Fahrul. 2012. Analisis hubungan antara cara penangkapan dan cara penanganan dengan kualitas ikan yang dihasilkan. [Laporan hasil penelitian]. Makassar (ID): LP2M. Universitas Hasanuddin.
- Milo, M.S. dan L.M. Ekawati. 2013. Mutu Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis* c.) di Kabupaten Gunungkidul dan Sleman Daerah Istimewa Yogyakarta. Fakultas Teknobiologi. Universitas Atma Jaya. Yogyakarta. hal. 9-10.
- Munandar A, Nurjannah, dan M. Nurimala. 2009. Kemunduran Mutu Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Penyimpanan Suhu Rendah Dengan Perlakuan Cara Kematian Dan Penyiangan. Jurnal Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. Hal 88 - 101
- Mutmainah, F, Dimas R dan Bambang S.A. 2013. Kajian Karakteristik Fisikokimia Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) Termodifikasi dengan Variasi Lama Perendaman dan Konsentrasi Asam Asetat. Jurnal Teknosains Pangan. 2(4) : 46-53.
- Nur, M. 2009. The Effect Of Packaging, Packaging Materials, And Storage Duration On Chemicals Properties, Microbiology, And Organoleptic Of Sate Bandeng (*Chanos chanos*). Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian. Vol. 14.
- Nurimala M, Nurjannah, dan Utama RH. 2009. Kemunduran mutu ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) pada penyimpanan suhu chilling dengan perlakuan cara mati. Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia. 12(1): 1-16.
- Nurjannah, Setyaningsih, Sukarno, dan Muldani, M., 2004. Kemunduran Mutu Ikan Nila Merah (*Oreochromis* sp.) Selama Penyimpanan Pada Suhu Ruang. Buletin Teknologi Hasil Perikanan, 7(1), 37-42.
- Nurjannah, Tati N, Fatmawati Z. 2007. Karakteristik mutu ikan bandeng (*Chanoschanos*) di tambak sambiroto kabupaten patikajawengah. Jakarta: Seminar International Perikanan 2007.
- Oyolese, A.O. 2006. Quality Assesment of Cold Smoked Hot Smoked and Oven Dried Tilapia nilotica Under Cold Storage Temperature Conditions. J. of Fish. Int., 2(4), 92-97.
- Pariansyah, A., Herliany, N.E., dan Negara B.F.S.P. 2018. Aplikasi Maserat Buah Mangrove *Avicennia marina* Sebagai Pengawet Alami Ikan Nila Segar. Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal, 5 (1), 36-44.
- Pianusa, A.F., Grace, S., dan Wonggo, D. 2015. Kajian Perubahan Mutu Kesegaran Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Yang Direndam Dalam Ekstrak Rumpun Laut (*Eucheuma spinosum*) dan Ekstrak Buah Bakau (*Sonneratia alba*). J. Media Tek. Hasil Perikanan, 3 (2), 66-74.
- Poli BM, Parisi G, Scappini F, Zampacavallo G. 2005. Fish welfare and quality as affected by pre-slaughter and slaughter management. Aquaculture International 13: 29–49
- Pradana, A.Y., 2008. Peranan Tepung Daun Jambu Biji (*Psidium guajava*) Terhadap Kemunduran Mutu Fillet Ikan Nila (*Oreochromis* sp.). [Skripsi] Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Purnomo, H., 1995. Aktivitas Air dan Peranannya dalam Pengawetan Pangan. Jakarta: UI Press.
- Badan Standarisasi Nasional. 2006. SNI 01-2729.1- 2006 tentang Spesifikasi Ikan Segar. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Sudarto. 2004. Description of New Clariid Catfish, *Clarias pseudonieuhofii*, from West Borneo (Siluriformes clariidae). Zoological Studies 43 (1): 8-19
- Sulistyati, 2004. Kajian Penyaringan Dan Lama Penyimpanan Dalam Pembuatan Fish Pephone Dari Ikan Selar Kuning. Teknologi hasil perikanan. FPIK. IPB : bogor
- Suprpto NS., dan Samtafsir LS. 2013. Bioflok-165 Rahasia Sukses Teknologi Budidaya Lele. AGRO-165. Depok.
- Suryaningrum, F.M. 2012. Aplikasi Bioflok pada Pemeliharaan Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Tesis. Universitas Terbuka. Jakarta