

KARAKTERISASI JEROAN IKAN CAKALANG SEBAGAI SKRINING AWAL BAHAN BAKU PERANGKAP LALAT RUMAH *Musca domestica* DAN ANTIBAKTERI

Rahmatia Garwan¹, Harsi Dewantari Kusumaningrum^{1*},
Tati Nurhayati², Hanifah Nuryani Lioe¹

¹Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University,
Jalan Kamper Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680 Jawa Barat

²Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University,
Jalan Agatis Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680 Jawa Barat

Diterima: 21 November 2021/Disetujui: 25 Februari 2022

*Korespondensi: h_kusumaningrum@apps.ipb.ac.id

Cara sitasi: Garwan R, Kusumaningrum HD, Nurhayati T, Lioe HN. 2022. Karakterisasi jeroan ikan cakalang sebagai skrining awal bahan baku perangkap lalat rumah *Musca domestica* dan antibakteri. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 25(1): 34-51.

Abstrak

Jeroan ikan cakalang yang kaya protein berpotensi sebagai sumber senyawa perangkap lalat rumah *Musca domestica* maupun sumber antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi jeroan ikan cakalang berupa lambung, usus, hati dan campuran sebagai sumber komponen perangkap lalat rumah dan antibakteri. Jeroan ikan cakalang disimpan selama dua hari pada suhu ruang. Kadar air, protein, TVB, komposisi asam amino, aktivitas perangkap lalat, dan aktivitas antibakteri kemudian dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air, lemak, dan TVB dari semua bagian jeroan ikan cakalang meningkat, sedangkan kadar proteinnya menurun selama penyimpanan dua hari. Kadar air berkisar dari 73,90% bb sampai 85,19% bb. Kadar protein berkisar dari 14,46% bb sampai 18,07% bb. Kadar lemak berkisar dari 0,95% bb sampai 2,71% bb, sedangkan kadar TVB berkisar dari 64,74 mg N/100 g sampai 133,92 mg N/100 g. Komposisi asam amino utama jeroan ikan cakalang adalah asam glutamat, arginina, glisina, fenilalanina, tirosina, lisina, serina, valina, dan histidina. Peningkatan kadar TVB selama penyimpanan dua hari berkaitan dengan aktivitas jeroan lambung dalam menjerap lalat yang paling tinggi dengan rata-rata 13,50 ekor. Penghambatan bakteri terbesar dihasilkan oleh jeroan campuran hari ke-0 pada konsentrasi 75%, baik terhadap *Staphylococcus aureus* maupun *Escherichia coli*, dengan zona hambat masing-masing sebesar 9,30 mm dan 8,78 mm. Aktivitas antibakteri pada kedua bakteri uji tergolong berdaya sedang. Senyawa pemerangkap dan antimikroba diduga berkaitan erat dengan komposisi asam amino jeroan ikan cakalang. Penelitian lebih mendalam terhadap peran asam amino sebagai komponen utama pemerangkap lalat maupun antimikroba dari jeroan cakalang menjadi subyek penelitian selanjutnya.

Kata kunci: antibakteri, atraktan, jeroan ikan cakalang, lalat rumah

Characterization of Skipjack Viscera as Initial Screening of Sources for Housefly Traps *Musca domestica* and Antibacterial

Abstract

Viscera of skipjack tuna which is rich in protein has the potential as a source of *Musca domestica* house fly trap-compounds as well as a source of antibacterial. This study aims to explore the potential of skipjack viscera in the form of stomach, intestines, liver and the mixtures as a source of house fly traps and antibacterial components. Skipjack viscera were stored for 2 days at room temperature. Moisture content, protein, TVB, amino acids, fly trap activity and antibacterial activity were then analyzed. The results showed that the water content, fat and TVB of all parts of skipjack viscera increased, while the protein content decreased during 2 days of storage. The water content ranged from 73,90% wb to 85,19% wb. Protein content was found from 14,46% wb to 18,07% wb. Fat content ranged from 0,95% wb to 2,71% wb, while TVB

levels ranged from 64,74 mg N/100 g to 133,92 mg N/100 g. The main amino acid composition of skipjack viscera was glutamic acid, arginine, glycine, phenylalanine, tyrosine, lysine, serine, valine and histidine. The increase in TVB levels after 2 days of storage was associated with the highest activity of stomach viscera in trapping flies with an average of 13.50 flies. The greatest bacterial growth inhibition was showed by the mixture of viscera on day 0 at a concentration of 75% against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli*, i.e., 9.30 mm and 8.78 mm zone of inhibition, respectively. The antibacterial activity against both bacteria was classified as a moderate. Flies-trapping and antimicrobial compounds are likely closely related to the amino acid composition of skipjack viscera. More in-depth research on the role of amino acids as the main component of flies-trapper and antimicrobial of skipjack viscera is the subject of further research.

Keyword: antibacterial, attractant, house fly, skipjack viscera

PENDAHULUAN

Serangga merupakan jenis hewan yang paling banyak populasinya di dunia. Kehadiran serangga di alam bisa mendatangkan manfaat dan keuntungan, namun tidak sedikit pula yang mendatangkan masalah dan kerugian. Contoh serangga yang mendatangkan kerugian adalah lalat. Lalat merupakan golongan serangga yang populasinya banyak ditemukan di sekitar masyarakat dan menyebarkan penyakit secara mekanik yaitu dari penderita ke orang lain dari satu bahan tercemar (makanan, minuman, dan air) dan diketahui meresahkan masyarakat karena lalat rumah mampu menjadi penyebab penularan lebih dari 30 penyakit di antaranya adalah kolera, disentri, basiler, tuberkulosis, tetanus, antraks, lepra, gonore, septikemi, abses, gangren dan lain-lain. Lalat rumah juga telah diteliti mampu membawa dan menyebarkan virus *Avian Influenza* (AI) atau virus flu burung ke dalam tubuh manusia (Wasito 2005).

Lalat rumah *Musca domestica* tidak dapat dimusnahkan, namun masih dapat dikendalikan. Berbagai pengendalian secara kimia, fisik dan biologi telah dilakukan untuk mengendalikan keberadaan lalat rumah, namun dianggap belum efektif, di mana pengendalian secara kimia dapat menurunkan populasi lalat dengan segera tetapi penggunaannya tidak cukup aman apabila digunakan berlebihan karena dapat menurunkan kualitas lingkungan (Ismanto 2010). Pengendalian dengan cara fisik menjadi pilihan karena dianggap lebih mudah dan murah serta aman, karena dapat memanipulasi bahan-bahan alam untuk menolak (*repellent*) dan menarik (atraktan)

lalat rumah. Kebiasaan lalat rumah mencari makan menggunakan indra penciuman yang terletak di antena. Makanan lalat layaknya makanan manusia sehari-hari misalnya gula, susu, protein, makanan olahan, kotoran manusia dan hewan, darah serta bangkai binatang.

Sumber protein dilaporkan dapat meningkatkan daya tarik (atraktif) lalat. Ketertarikan lalat disebabkan hasil degradasi protein mengeluarkan lebih dari 40 senyawa volatil dan 17 asam amino (Vickers 1997; Nadeak *et al.* 2015; Putra *et al.* 2013). Beberapa penelitian atraktan yang dilakukan untuk mengendalikan lalat rumah banyak bersumber dari bahan nabati (tumbuhan atau tanaman) misalnya ekstrak daun kemangi sebagai atraktan lalat rumah (Dattu *et al.* 2008), pengaruh aroma buah dan warna kertas perangkap lalat rumah (Sayono *et al.* 2009), *light trap* yang dikombinasi dengan atraktan cuka hitam untuk mengendalikan lalat rumah sebagai vektor pembawa penyakit (Inayah *et al.* 2019), pengaruh variasi warna lampu pada alat perekat lalat rumah (Prasetya *et al.* 2015) dan penelitian pada berbagai olahan protein (limbah kakao dan limbah ikan) yang dilakukan oleh Indriyanti (2018) menunjukkan ketertarikan lalat buah jantan dan betina.

Kearifan lokal masyarakat Kota Ternate Provinsi Maluku Utara yang masih terbiasa dalam mengolah limbah jeroan secara turun temurun, biasanya jeroan ikan dibungkus dalam plastik kemudian digantung di atas pohon setinggi 3-5 meter atau diletakkan di bawah pohon. Kondisi ini memberikan peluang bagi serangga misalnya *gunange* (bahasa lokal Ternate), semut, dan lalat

termasuk lalat rumah akan mendekat dan berkerumun. Asumsi masyarakat setempat bahwa mendekatnya serangga pada limbah ikan disebabkan suatu bahan penarik (aktraktif) yang terkandung dalam limbah ikan. Hal ini terkait dengan komponen utama dalam jeroan ikan berupa protein dan asam amino yang telah terurai menjadi senyawa amonia (bau busuk). Hal ini diduga adanya bahan penarik dalam jeroan ikan namun belum dapat dijelaskan secara ilmiah.

Selain berpotensi sebagai atraktan, jeroan ikan juga dilaporkan memiliki potensi sebagai sumber senyawa antibakteri terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. Hasil penelitian menyebutkan bahwa ditemukan senyawa hepcidin pada hati, limfa, usus, dan insang ikan mampu menghambat bakteri *S.aureus* dan *Vibrio vulnificus* (Chen *et al.* 2010). Hasil penelitian (Hayes *et al.* 2006); Khairi (2010), Srikanya *et al.* (2018) bahwa dalam limbah ikan nila memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. Adanya aktivitas antibakteri dalam jeroan ikan diharapkan dapat menjadi alternatif dalam mengatasi bakteri pembusuk dan patogen dalam bahan pangan. Meskipun limbah protein dalam hal ini jeroan ikan dilaporkan memiliki komponen senyawa volatil yang berpotensi sebagai atraktan dan memiliki kemampuan penghambatan bakteri, namun bagian-bagian jeroan khususnya jeroan ikan cakalang belum pernah diteliti sebagai atraktan lalat rumah dan belum banyak dieksplor sebagai senyawa antibakteri. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk menentukan karakteristik kimia dan skrining antibakteri yang berpotensi sebagai perangkap lalat rumah dan antibakteri terhadap *S. aureus* dan *E. coli* yang dapat diaplikasikan pada berbagai bahan pangan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah bagian jeroan ikan cakalang yang terdiri dari; lambung, usus, hati, dan campuran ketiganya. Jeroan ikan cakalang ini diperoleh dari PT Pahala Bahari Nusantara, Cikarang Bekasi. Jeroan yang diperoleh dalam keadaan segar beku selanjutnya dilakukan *thawing*

(pelelehan) pada saat proses pembersihan. Bahan-bahan untuk analisis kimia adalah *trichloroacetic acid* (TCA) (Merck), K_2SO_4 (Merck), K_2CO_3 (Merck), H_2SO_4 (Merck), tablet Kjeldahl (Kjeltabs), H_2O_2 (Merck), (H_3BO_3) (Merck), NaOH (Merck), HCl (Merck), $AgNO_3$ (Merck), H_2SO_4 (Merck), media *Muller Hinton Agar* (MHA) (Oxoid), kertas saring Whatman No.1, alkohol dan akuades, bakteri Gram positif *S. aureus* ATCC 25923 dan bakteri Gram negatif *E.coli* ATCC 25922 yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi FMIPA IPB, *paper dish* (Oxoid), Ampicillin, kertas lem lalat (PAGODA), standar asam amino (Sigma-aldrich).

Alat yang digunakan cawan Conway, inkubator (Mermert IN55 plus, Jerman), autoklaf (Hirayama, Jepang), timbangan (Mettler Toledo, AS), pipet dan gelas kimia (Pyrex), botol steril 100 mL, pengukur suhu dan kelembapan (digital), vorteks dan jangka sorong (Thermo, Inggris), pengukur waktu (*timer*) dan instrumen UHPLC (Shimadzu LC MS/MS 8045).

Metode

Persiapan jeroan ikan cakalang

Sampel bagian jeroan ikan cakalang yang sudah disiapkan sebelumnya berupa lambung, usus, hati, dan campuran ketiganya selanjutnya dibersihkan dari kotoran-kotoran yang menempel, dicuci dan ditiriskan. Setelah itu bagian jeroan ikan cakalang ditimbang beratnya masing-masing kemudian dipisahkan ke dalam empat wadah botol steril yang sudah diberi kode jeroan dan lama penyimpanan dengan berat masing-masing jeroan lambung, usus, hati, dan campuran ketiganya adalah 100 g. Jeroan campuran ditimbang berdasarkan gabungan masing-masing masing-masing jeroan lambung, usus dan hati sebanyak 33,33 g sehingga total jeroan campuran sekitar 100 g.

Penyimpanan jeroan ikan cakalang dan uji aktivitas jerap lalat rumah

Wadah botol yang sudah diberi kode sampel jeroan, selanjutnya diletakkan di lantai dengan jarak antar sampel sekitar 20 cm bersamaan dengan kontrol. Sampel selanjutnya disimpan selama dua hari pada

suhu ruang (27-29°C), dengan tujuan untuk melihat ketertarikan lalat rumah pada bagian jeroan yang diuji. Lalat memiliki sifat fototrofik (suka cahaya) sehingga dengan mudah lalat dijumpai pada pagi, siang, atau sore hari (Kardinan 2008). Oleh karena itu dalam penelitian ini, proses penyimpanan jeroan dilakukan pada pagi hari sejak pukul 09-12 WIB. Pengamatan dilakukan pada masing-masing bagian jeroan untuk penyimpanan 0, 1, dan 2 hari. Jumlah lalat yang datang (hinggap/terjerap) pada setiap perlakuan bagian jeroan dihitung setelah menit ke-10 hingga 3 jam. Kontrol yang digunakan adalah perangkat lalat komersial (kertas lem lalat merek PAGODA).

Analisis kimia

Analisis kimia dilakukan untuk mengetahui komposisi kimia dari jeroan ikan cakalang. Analisis kimia yang dilakukan mengacu pada metode AOAC (2012). Parameter analisis yang dilakukan meliputi analisis kadar air, kadar protein, kadar lemak, total volatile bases (TVB) dan komposisi asam amino.

Analisis TVB

Prinsip penetapan TVB adalah menguapkan senyawa-senyawa volatil yang terbentuk karena penguraian asam-asam amino yang terdapat pada daging ikan (AOAC 2012). Komponen utama TVB adalah amonia (NH₃), *trimethyl amine* (TMA) dan *dimethyl amine* (DMA). Sampel ditimbang sebanyak 5 g kemudian dicampur dengan 15 mL TCA 5% dan diblender, selanjutnya larutan disaring dengan kertas saring sehingga diperoleh filtrat jernih. Larutan asam borat (H₃BO₃) sebanyak 1 mL dimasukkan ke dalam cawan Conway pada bagian *inner chamber* kemudian 1 mL sampel yang dianalisis dimasukkan dalam *outer chamber*. Larutan K₂CO₃ dimasukkan dalam sisi *outer chamber* yang berlainan, lalu ditutup rapat (pada bagian tepi cawan sebelumnya diolesi dengan vaselin agar proses penutupan sempurna, lalu digerakkan memutar sehingga kedua cairan di *outer chamber* tercampur).

Blangko dibuat dengan prosedur yang sama, tetapi sebagai filtrat sampel diganti

dengan TCA 3%. Cawan ditutup, digoyang selama 1 menit agar tercampur selanjutnya diinkubasi selama 2 jam. Setelah diinkubasi, larutan asam borat pada bagian *inner chamber* dititrasi dengan HCl 0,01 N hingga berwarna merah muda. Kadar TVB dihitung berdasarkan rumus :

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

Keterangan:

Vc= Volume larutan HCl pada titrasi sampel (mL)

Vb = Volume larutan HCl pada titrasi blanko (mL)

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

Fp= Faktor pengenceran

Bs= Bobot sampel (g)

NHCl= Normalitas larutan HCl

Analisis komposisi asam amino

Analisis komposisi asam amino ditentukan dengan *Ultra Performance Liquid Chromatography* (UPLC) dengan detektor *photo diode array* (PDAD) (Waters Corporation, AS) berdasarkan prosedur dari Waters Corporation (2012). Komposisi asam amino dianalisis dari bagian-bagian jeroan ikan cakalang (lambung, usus, hati, dan campuran ketiganya). Analisis asam amino terbagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pembuatan larutan sampel dan tahap pembuatan larutan standar. Penentuan dilakukan dengan kondisi berikut: kolom AccQ-Tag Ultra C18 (2,1×100 mm) dengan suhu 49°C; fase gerak berupa gradien dari eluen A: AccQ-Tag Ultra from Waters (part n01o. 186003838), eluen B: 10% fase gerak D, eluen C: air Milli-Q, eluen D: AccQ-Tag Ultra from Waters (part no. 186003839) dengan laju alir: 0,7 mL/menit dan deteksi pada panjang gelombang UV 260 nm serta volume injeksi 10 µL. Injeksi larutan standar dilakukan terpisah dari injeksi larutan sampel. Perhitungan kadar asam amino pada bahan dihitung dengan rumus:

$$\text{Asam amino (\%)} = \frac{\text{Rasio analit sampel} \times (\text{C}_{\text{std}} \frac{\text{pmol}}{10^6}) \times \text{BM} \times \text{FP} \times 10^5}{\text{bobot sampel (g)}}$$

Keterangan:

Rasio = Luas area analit/luas area asam amino

BM = Berat molekul masing-masing asam amino

FP = Faktor pengenceran

Skrining antibakteri

Skrining antibakteri yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode difusi cakram (*paper disc*) yang mengacu pada metode Test Kirby-Bauer (1966). Metode ini merupakan standar untuk pengujian kerentanan bakteri terhadap senyawa antibakteri secara *in vitro* (CLSI 2012). Metode ini dilakukan dengan menginokulasikan inokulum standar mikroba uji pada media agar, setelah itu *paper disc* yang sudah mengandung senyawa antibakteri ditempatkan pada permukaan media agar, kemudian diinkubasi pada kondisi yang sesuai. Agen antimikroba pada *paper disc* akan berdifusi ke dalam agar, selanjutnya akan menghambat germinasi atau pertumbuhan mikroorganisme uji. Setelah waktu inkubasi tertentu, akan muncul zona bening atau zona inhibisi yang kemudian dapat diukur (Balouiri *et al.* 2016). Metode difusi cakram dipilih karena memiliki beberapa kelebihan misalnya cara kerja yang mudah, murah, tidak memerlukan peralatan khusus, mampu menguji banyak mikroorganisme dan agen antimikroba, mudah menginterpretasikan hasil, dan memiliki korelasi yang baik antara data *in vitro* dan evolusi *in vivo* (Caron 2012). Bakteri uji yang digunakan adalah bakteri patogen Gram positif *S. aureus* ATCC 25923 dan bakteri Gram negatif *E. coli* ATCC 25922. Kedua bakteri patogen tersebut digunakan karena umumnya banyak ditemukan dalam produk perikanan dan merupakan penyebab utama dari keracunan makanan (Jami *et al.* 2015). Uji antibakteri dilakukan terhadap masing-masing jeroan dan campurannya baik segar serta yang disimpan 0, 1, dan 2 hari. Uji antibakteri dilakukan dengan terlebih dahulu menyiapkan inokulum bakteri, di mana 1 *loop* bakteri target diinokulasikan pada media dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 20 jam. Selanjutnya inokulum bakteri tersebut diambil sebanyak 1 mL dan dicampurkan ke dalam media *Muller Hinton Agar* (MHA) yang sudah disiapkan sebelumnya, kemudian di-vortex. Proses selanjutnya adalah menuangkan campuran tersebut ke dalam cawan petri steril dan didinginkan sampai membeku.

Sampel jeroan dibuat konsentrasi masing-masing untuk 50% (0,5 g jeroan

dalam 1 mL akuades) dan 75% (0,75 g jeroan dalam 1 mL akuades) (Srikanya *et al.* 2018). Sampel diambil sebanyak 20 μ L (0,02 mL) dan diletakkan pada kertas cakram dengan diameter 6 mm. Selanjutnya kertas cakram tersebut diletakkan pada MHA yang sudah diinokulasi dengan bakteri *S. aureus* dan *E. coli*. Setelah itu diinkubasi selama 18-24 jam, karena waktu tersebut bakteri patogen dimungkinkan telah berada pada fase logaritmik atau eksponensial, di mana bakteri melakukan pembelahan secara konstan dan jumlah selnya meningkat (Pelczar dan Chan 2008). Setelah itu diamati zona bening yang terbentuk. Kontrol positif yang digunakan adalah Ampicillin dan kontrol negatif yang digunakan adalah akuades steril.

Analisis data

Data hasil analisis kimia (kadar air, kadar protein, kadar lemak dan TVB) diolah menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tingkat kepercayaan 95% menggunakan perangkat lunak SPSS ver.22. Jika hasil analisis berpengaruh nyata, maka dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT), sedangkan data uji aktivitas jerap lalat, uji antibakteri dan analisis asam amino dijelaskan secara deskriptif dalam nilai rata-rata menggunakan Microsoft Excel dan disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia jeroan ikan cakalang selama penyimpanan 0–2 hari pada suhu ruang yang diamati di antaranya; kadar air, kadar protein, kadar lemak dan TVB. Karakteristik kimia jeroan ikan cakalang selama penyimpanan disajikan pada *Table 1*.

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan jeroan selama penyimpanan berpengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar air yang dihasilkan. Peningkatan kadar air dipengaruhi oleh kelembapan pada suhu ruang penyimpanan, kelembapan ruangan yang tinggi mengakibatkan produk menyerap air dari lingkungan. Menurut Esminigtyas (2006); Fasoyiro *et al.* (2016), kadar air

dipengaruhi oleh kelembapan suhu ruang, karena pada suhu ruang, kelembapannya mencapai 86%. Dalam penelitian ini, selama penyimpanan jeroan ikan cakalang pada suhu ruang, kelembapan ruang diukur berkisar 78-85%. Hal ini menyebabkan jumlah kandungan uap air menjadi banyak. Peningkatan kadar air juga karena adanya aktivitas enzim protease yang dihasilkan mikroorganisme yang dapat memecah protein menjadi peptida. Selama penyimpanan jeroan pada 0–2 hari, kadar air berkisar antara 73,90% (pada jeroan lambung hari ke-0) sampai 84,19% (pada jeroan usus hari ke-2) (Table 1). Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan jeroan ikan cakalang yang difermentasi diperoleh nilai kadar air sebesar 73,28% (Garwan 2009). Perbedaan nilai ini disebabkan oleh proses pengolahan yang berbeda, di mana pada penelitian ini jeroan ikan cakalang tidak mendapatkan perlakuan. Menurut Sundari *et al.* (2018), bahan pangan yang mengalami proses pengolahan akan berpengaruh terhadap komposisi kimia yang dihasilkan.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Supartinah (2012) pada jeroan (hati, usus, dan ginjal) ikan bandeng diperoleh nilai

kadar air yang lebih rendah yaitu 66,77%. Hasil penelitian Bechtel dan Oliveira (2006) pada jeroan ikan pink salmon (*Oncorhynchus gorboscha*) menghasilkan kadar air lebih tinggi yakni sebesar 76,60%. Penelitian pada jeroan ikan kakap putih menghasilkan kadar air sebesar 66,36% (Nurhayati *et al.* 2014). Perbedaan kadar air ini disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kondisi lingkungan, perbedaan habitat, perbedaan jenis ikan, umur biota, dan perbedaan jenis pakan yang diberikan dan tingkat kesegaran organisme tersebut (Wu *et al.* 2010; Ozugul 2011; Wang *et al.* 2012). Kadar air yang rendah yang terdapat pada bagian lambung dapat disebabkan lambung ikan merupakan tempat pemecahan makanan yang akan bercampur dengan enzim pencernaan dan asam lambung untuk dipecah dan dihaluskan kembali hingga bertekstur cair menyerupai pasta yang lembut, namun setelah selesai dicerna di lambung, otot lambung akan mendorong makanan agar bergerak ke usus halus, sehingga proses penyerapan menjadi menurun atau sedikit dan berakibat terhadap kadar air dalam lambung (Chakrabarti *et al.* 2006; Setijanto *et al.* 2014; Ghosal *et al.* 2018). Kadar

Table 1 Chemical characteristics of skipjack viscera during storage

Viscera	Storage (days)	Chemical characteristics			
		Moisture (% wb)	Protein (% wb)	Lipid (% wb)	TVB (mg N/100 g)
Stomach	0	73.90±0.73 ^a	18.07±0.33 ^c	0.95±0.59 ^{ab}	69.15±8.73 ^a
	1	75.22±2.04 ^{ab}	17.99±0.40 ^c	1.81±0.37 ^{bcd}	88.86±2.84 ^c
	2	76.34±0.06 ^{abc}	17.66±0.64 ^c	2.41±0.06 ^{de}	125.06±4.96 ^{fg}
Intestines	0	79.30±0.12 ^{bcd}	17.80±0.18 ^c	0.77±0.75 ^a	64.74±2.77 ^a
	1	83.90±0.49 ^{ef}	16.90±1.39 ^{bc}	1.40±0.23 ^{abc}	110.39±2.91 ^{de}
	2	85.19±0.03 ^f	16.66±1.37 ^{bc}	1.64±0.50 ^{bcd}	133.92±7.35 ^g
Liver	0	78.20±3.03 ^{bcd}	15.15±0.04 ^{ab}	1.46±0.02 ^{abc}	75.13±3.78 ^{ab}
	1	80.93±2.14 ^{de}	14.82±1.62 ^a	2.35±0.14 ^{de}	108.73±5.58 ^{de}
	2	81.38±2.11 ^{def}	14.46±0.02 ^a	2.71±0.21 ^e	125.52±2.87 ^{fg}
Mixture*	0	73.99±3.55 ^a	17.52±0.09 ^c	1.13±0.02 ^{abc}	79.90±3.46 ^{bc}
	1	78.67±0.21 ^{bcd}	17.39±0.02 ^{bc}	1.90±0.33 ^{cde}	105.15±3.38 ^d
	2	79.90±0.01 ^{cde}	16.94±0.23 ^c	2.37±0.04 ^{de}	117.14±2.01 ^{fg}

Note: numbers followed by different letters show a significant difference ($p < 0.05$); *: mixture of stomach, intestines, and liver; wb: wet basis.

air yang tinggi pada jeroan usus disebabkan kemampuan jeroan usus untuk mengikat air yang disebut *water holding capacity* (WHC). Selain itu tingginya kadar air berkaitan dengan aktivitas enzim pencernaan yang merupakan indikator biologis terhadap kemampuan ikan mencerna makanan. Menurut Wang (2012); Fitriyani dan Indira (2011), dalam proses pencernaan makanan pada ikan, makanan yang masuk ke dalam pencernaan ikan akan dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih sederhana sehingga mudah diserap oleh usus dan masuk ke dalam aliran darah.

Hasil analisis ragam menunjukkan terjadi penurunan kadar protein secara signifikan antar bagian jeroan selama penyimpanan 0–2. Uji lanjut Duncan menunjukkan jeroan hati pada penyimpanan hari ke-2 memiliki kadar protein yang lebih rendah dan berbeda nyata dibandingkan dengan lambung, usus dan jeroan campuran, sedangkan pada lambung, usus dan campuran memiliki protein yang sama (tidak berbeda nyata) pada setiap lama penyimpanan (0, 1 dan 2 hari) (*Table 1*). Tinggi rendahnya kadar protein pada bagian jeroan ikan disebabkan beberapa faktor diantaranya tergantung pada spesies ikan, ketersediaan makanan, laju metabolisme, dan daya absorpsi terhadap senyawa beracun (Wahyuni 2011). Selama proses penyimpanan terjadi penurunan kadar protein yang tidak signifikan dari 18,07% pada lambung penyimpanan hari ke-0 menjadi 14,46% pada hati lama penyimpanan hari ke-2. Hal ini disebabkan oleh terjadinya degradasi protein dari komponen kompleks menjadi komponen sederhana. Selama penyimpanan, akan terjadi berbagai perubahan fisika dan kimia yang mengakibatkan pemecahan beberapa unsur protein, lemak dan karbohidrat menjadi senyawa lebih sederhana oleh enzim yang terdapat dalam jeroan seperti asam amino dan unsur-unsur nitrogen lain yang mudah menguap sehingga terjadi pengurangan nilai total nitrogen (N) yang terukur pada kadar protein (Esminingtyas 2006; Kimura *et al.* 2001). Lambung juga merupakan depot penyimpanan lemak, sumber protein dan enzim protease. Menurut Raufman (2004); Giyatmi dan Irianto (2017), lambung ikan tuna merupakan sumber protease penghasil enzim

pepsin mengandung 44 asam amino aromatik (fenilalanina dan tirosina) dari N-terminal protein. Penurunan kadar protein disebabkan juga adanya korelasi komponen gizi antara kadar air yang meningkat selama penyimpanan yang mendukung aktivitas pertumbuhan bakteri sehingga akan menguraikan komponen gizi produk misalnya protein. Hasil penelitian Zakaria (2004), nilai protein selama penyimpanan suhu ruang mengalami penurunan karena terjadi degradasi akibat enzim proteolitik dan aktivitas mikroba.

Hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh signifikan terhadap peningkatan kadar lemak jeroan selama penyimpanan. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa jeroan usus pada penyimpanan hari ke-0 memiliki kadar lemak yang paling rendah (0,77%) dan berbeda nyata dengan hati pada penyimpanan hari ke-2 (2,71%), sedangkan bagian jeroan penyimpanan pada hari ke-0, 1 dan hari ke-2 tidak berpengaruh signifikan (sama) (*Table 1*). Nilai ini berbeda dengan hasil yang diperoleh pada jeroan cakalang sebesar 2,60 % (Wahyuni 2011), jeroan kakap putih 22,33% (Nurhayati *et al.* 2013), jeroan catla 12,46% (Bhaskar *et al.* 2005) dan jeroan tuna 4,42% (Ariyani *et al.* 2018). Perbedaan kadar lemak ini dipengaruhi oleh proses pengolahan, suhu lingkungan, spesies, pakan, dan umur spesies (Gehring *et al.* 2009; Peng *et al.* 2013). Perubahan komposisi lemak dalam bahan pangan dapat terjadi selama pengolahan dan penyimpanan yang mengakibatkan bahan pangan menjadi bau dan mempunyai rasa yang tidak enak (Ketaren 2005).

Analisis TVB bertujuan untuk menentukan jumlah kandungan senyawa basa volatil yang terbentuk misalnya amonia (NH_3), trimetilamin (TMA), dimetilamin (DMA), dan senyawa volatil lainnya yang mudah menguap akibat degradasi protein (Jinadasa *et al.* 2014). Berdasarkan hasil analisis ragam, pengaruh penyimpanan terhadap jeroan berpengaruh signifikan terhadap kadar TVB yang dihasilkan dengan tren yang meningkat selama penyimpanan dari 0–2 hari. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan rata-rata TVB tertinggi berada pada jeroan usus penyimpanan hari ke-2 sebesar 133,93 mg

N/100 g, berbeda signifikan dengan lambung pada penyimpanan hari ke-0, 1, dan jeroan campuran penyimpanan hari ke-1, sedangkan jeroan usus 0 dan 1 hari, jeroan lambung 0 dan 2 hari, jeroan hati 0, 1, dan 2 hari juga jeroan campuran 0 dan 2 hari tidak ada pengaruh signifikan (sama) (*Table 1*). Tingginya kadar TVB pada usus disebabkan organ ini banyak terdapat bakteri yang menghasilkan enzim proteolitik (Taufik *et al.* 2017). Menurut Ozogul (2000); Brillantes *et al.* (2002); Liu *et al.* (2010); Riyanto *et al.* (2012); Nugraha (2020) menjelaskan bahwa kenaikan TVB pada ikan dan organ pencernaan disebabkan oleh aktivitas bakteri pembusuk maupun aktivitas enzimatis yang dapat merombak makronutrien menjadi ikatan peptida yang pendek untuk kebutuhan bakteri itu sendiri dan menghasilkan sejumlah senyawa mudah menguap misalnya amonia, histamin, hidrogen sulfida, dan trimetilamin yang memberikan bau busuk. Secara keseluruhan, peningkatan kadar TVB pada jeroan ikan cakalang terjadi seiring lamanya penyimpanan. Menurut Suwetja (2011); Susanto *et al.* (2011) bahwa suhu penyimpanan dapat memengaruhi kandungan TVB-N pada daging ikan. Karakteristik kimia jeroan ikan cakalang selama penyimpanan disajikan pada *Table 1*.

Hasil penelitian Darmawati dan Dali (2021) melaporkan bahwa pemberian kitosan 2,5% pada nuget ikan yang disimpan selama tiga hari pada suhu ruang (27°C) mengalami peningkatan kadar TVB dari 43,95 mg N/100 g menjadi 46,79 mg N/100 g. Selain itu, jenis kelamin, umur, habitat, kebiasaan makan, dan siklus pemijahan juga memengaruhi kestabilan nilai TVB ikan selama penyimpanan (Begum *et al.* 2010). Pembentukan TVB disebabkan juga oleh aktivitas mikroba dan enzimatis. Menurut Brillantes *et al.* (2002) TVB terbentuk karena terurainya TMA dan asam amino oleh aktivitas mikroba dan enzim yang berasal dari bahan baku menjadi senyawa basa nitrogen yang mudah menguap misalnya amonia, monoamin, dimetilamin dan senyawa biogenik amin lainnya. Ditambahkan Nugraha (2020), jeroan ikan termasuk organ yang mudah sekali mengalami pembusukan karena banyak mengandung mikroorganisme. Berdasarkan tingkat kesegarannya, jeroan ikan

cakalang yang digunakan tergolong busuk karena nilai TVB <30 mg N/100 g. Mah *et al.* (2002) menyatakan bahwa batas maksimum nilai TVB untuk hasil perikanan, produk dan hasil laut misalnya ikan, udang, dan kerang-kerangan adalah 30 mg N/100 g.

Komposisi Asam Amino

Hasil uji komposisi asam amino menunjukkan bahwa total asam amino semakin menurun dengan lamanya penyimpanan dari 0 – 2 hari, hal ini disebabkan sebagian asam amino terdekomposisi menjadi senyawa lain yang sebagian bersifat volatil sebagaimana dibuktikan dengan hasil analisis TVB yang semakin meningkat pada *Table 1*. Dengan demikian melalui penelitian ini terbukti bahwa penyimpanan 0–2 hari telah memberikan pengaruh pada perubahan komposisi kimia jeroan yang mengarah pada fungsinya sebagai atraktan lalat melalui dekomposisi asam amino (protein) menjadi senyawa volatil.

Komposisi asam amino jeroan ikan cakalang selama penyimpanan dilihat pada *Figure 1*. Secara keseluruhan jeroan ikan cakalang mengandung asam amino esensial dan non esensial dengan nilai persentasi yang bervariasi sebagaimana ditunjukkan pada *Figure 1*. Asam amino yang paling dominan pada jeroan ikan cakalang selama penyimpanan didominasi oleh asam glutamat pada penyimpanan hari ke-2. Asam glutamat dengan nilai tertinggi terdapat pada jeroan usus (0,81%), jeroan lambung (0,73%), jeroan campuran (0,53%) dan jeroan hati (0,53%), sedangkan asam amino terendah didominasi oleh histidina pada lama penyimpanan hari ke-2, yaitu pada jeroan lambung (0,05%), hati (0,01%), dan jeroan campuran (0,02%). Histidina pada jeroan usus merupakan asam amino dominan pada penyimpanan hari ke-0 dan hari ke-1. Komposisi asam amino jeroan ikan cakalang selama penyimpanan 0–2 hari disajikan pada *Figure 1*.

Komposisi asam amino pada jeroan ikan cakalang dari jumlah tertinggi hingga terendah adalah asam glutamat, arginina, glisina, fenilalanina, tirosina, lisina, leusina, serina, asam aspartat, valina, dan histidina. Asam glutamat merupakan komponen

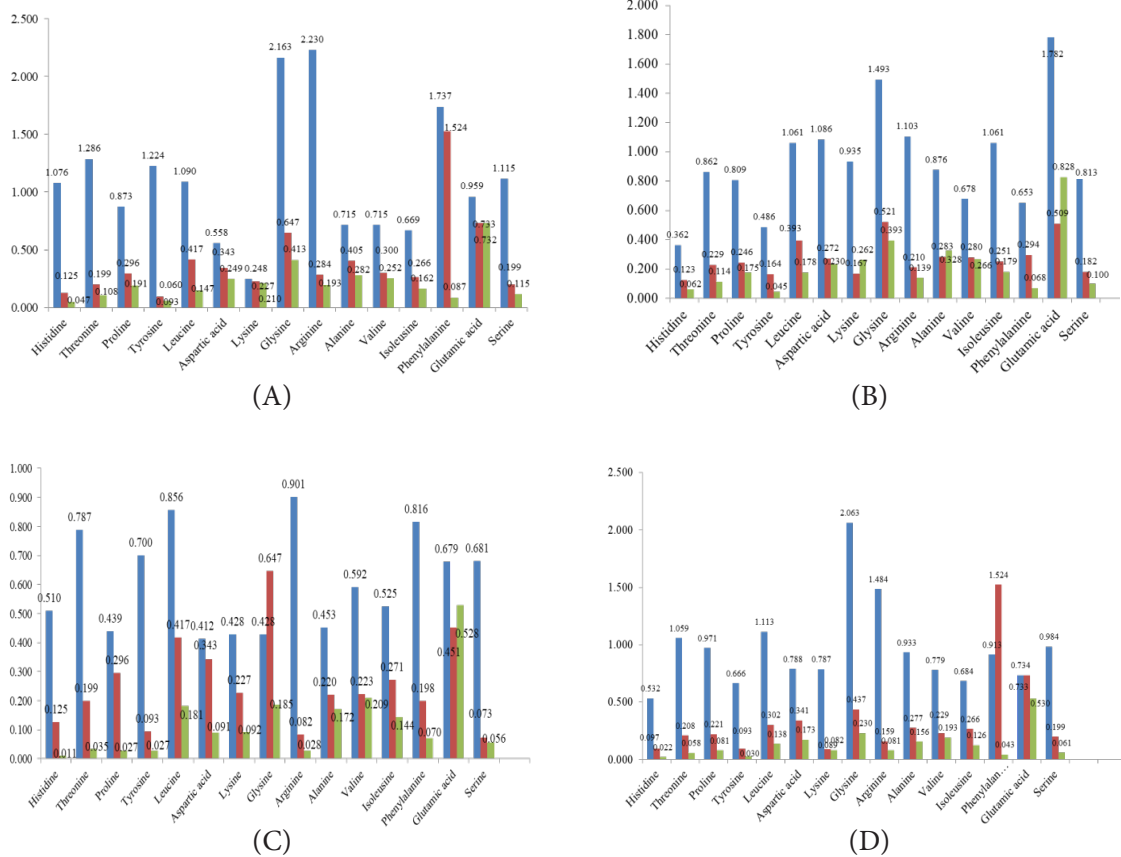


Figure 1 Amino acid composition of viscera: stomach (A), intestines (B), liver (C), mixture (D) during storage 0 day; 1 day; 2 days.

penyusun alami dalam hampir semua bahan makanan yang mengandung protein yang tinggi misalnya daging, ikan, susu, dan sayur-sayuran (Jacob *et al.* 2012). Hasil penelitian Poernomo dan Buckle (2002), jeroan ikan trygon memiliki asam amino tertinggi sisteina. Komponen asam amino yang paling dominan terdapat dalam usus tuna sirip kuning dan kakap merah adalah asam glutamat dan terendah prolina (Arbajayanti *et al.* 2021). Hasil penelitian lain melaporkan bahwa asam glutamat merupakan asam amino dominan pada daging tuna mata besar, daging tuna sirip kuning dan kakap serta semua bagian produk hasil perairan (Horn *et al.* 2005; Adeyeye 2015). Hasil serupa juga ditunjukkan pada penelitian analisis komposisi asam amino komoditas ikan gurame segar dan kukus (Pratama *et al.* 2018), ikan patin dan tenggiri (Pratama *et al.* 2018), makerel segar dan rebus (Oluwaniyi *et al.* 2010). Jenis asam amino terendah pada jeroan ikan cakalang dalam penelitian ini adalah histidina. Histidina

juga dilaporkan rendah pada ikan kakap dan ikan *blubeberlip snapper* (Adeyeye 2015; Jayasinghe *et al.* 2018). Perbedaan komposisi asam amino tersebut dipengaruhi oleh komponen protein dari ikan atau jeroan tersebut, variasi habitat, ketersediaan makanan (plankton) dan kualitas perairan. Hussain *et al.* (2018) melaporkan bahwa terjadi penurunan komposisi asam amino esensial pada spesies ikan dari lokasi perairan yang tercemar disebabkan oleh pencemaran akibat aktivitas antropogenik (aktivitas manusia).

Aktivitas Jerap Lalat Rumah

Aktivitas jerap lalat rumah disebabkan ketertarikan lalat rumah terhadap aroma (senyawa volatil) yang dikeluarkan oleh jeroan ikan. Berdasarkan hasil analisis yang ditunjukkan pada *Table 2*, diketahui bahwa terdapat perbedaan jumlah lalat rumah antar bagian jeroan selama penyimpanan hari ke-0-2 pada suhu ruang. Terdapat tren jumlah lalat terperangkap yang meningkat

akibat penyimpanan jeroan dari 0–2 hari. Hal ini sejalan dengan hasil uji TVB yang trennya semakin meningkat, sehingga sangat dimungkinkan senyawa volatil golongan basa nitrogen ini mampu menarik lalat. Jumlah lalat tertinggi diperoleh pada jeroan lambung yang disimpan pada hari ke-2 dan jumlah lalat terendah diperoleh pada jeroan hati pada hari ke-0. Meskipun jumlah lalat yang paling banyak tertarik pada jeroan lambung dibandingkan jeroan usus, hati dan campuran, namun lebih rendah dari kontrol positif (perangkap lalat komersial).

Hasil uji di lapangan menunjukkan bahwa semua bagian jeroan berpotensi menarik lalat rumah. Jeroan yang disimpan selama 0–2 hari pada suhu ruang telah mengalami proses pembusukan diduga akibat masih terdapatnya sisa darah pada saat penanganan dan penirisan yang tidak sempurna sehingga mengundang datangnya lalat. Limbah perikanan berupa potongan kepala, insang, dan isi perut (jeroan) yang masih terdapat sisa-sisa cairan darah, mudah mempercepat proses pembusukan karena degradasi protein oleh mikroorganisme yang menghasilkan senyawa amin dan sulfur misalnya gas hidrogen sulfida (H_2S) dan amonia yang berbau busuk dan mengundang lalat (Bhaskar *et al.* 2008; Oktavia *et al.* 2012; Lake *et al.* 2015). Darah merupakan cairan yang mengandung protein yang tinggi, yang merupakan makanan yang sangat disukai lalat dan digunakan sebagai tempat meletakkan telurnya (Fahrizal dan Ratna 2018; Putra 2018; Ristiati *et al.* 2018). Kemampuan reproduksi lalat akan meningkat jika berada pada lingkungan yang sesuai

terutama pada bahan organik yang membusuk misalnya sampah, tinja, dan bangkai hewan (Prabowo 2005; Gullan dan Cranston 2010).

Nilai rata-rata jumlah lalat yang tertarik selama penyimpanan ke-0–2 hari dalam penelitian ini berbeda dengan penelitian menggunakan umpan limbah insang ikan dan limbah udang yang disimpan selama 2 jam pada suhu ruang menunjukkan ketertarikan lalat rumah lebih banyak pada umpan limbah insang ikan dengan nilai rata-rata $47,2 \pm 2,6$ dibanding limbah udang dengan nilai rata-rata $40,6 \pm 3,6$ (Savitriani dan Maftukhah 2021). Perbedaan nilai ini disebabkan oleh faktor spesies bahan baku yang digunakan, aroma, suhu, dan kelembapan udara. Menurut Rozendaal (1997) aktivitas maksimal lalat terjadi pada suhu $20-25^\circ C$, berkurang hingga pada suhu $35-40^\circ C$ dan menghilang (tidak terdeteksi) pada suhu di bawah $10^\circ C$. Ditambahkan oleh Larasati *et al.* (2018), lalat dalam proses pencarian makanan, warna, dan aroma dari bahan makanan merupakan penentunya.

Tingginya ketertarikan lalat rumah pada jeroan lambung penyimpanan hari ke-2 dikaitkan dengan proses pembusukan jeroan yang disimpan dalam kondisi terbuka pada suhu ruang dapat memicu semakin banyaknya mikroorganisme yang hadir untuk mempercepat pembusukan. Proses pembusukan berhubungan dengan tingginya kadar air yang tinggi pada jeroan lambung hari ke-2 yang mencapai 84,15%. Lalat lebih menyukai bahan makanan berbentuk cairan atau kandungan air yang tinggi untuk mendukung pertumbuhan dan

Table 2 The attractiveness of house flies during the storage of skipjack viscera

Viscera	Attractiveness of house flies during storage (tails)		
	0 day	1 day	2 days
Stomach	5.50 ± 0.71	8.50 ± 0.71	13.50 ± 0.71
Intestines	3.00	9.50 ± 2.21	11.00 ± 1.41
Liver	3.00	5.00	7.00 ± 1.41
Mixture*	6.00	9.00	12.50 ± 2.12
Control**	31.50 ± 4.95	120.00 ± 2.83	153.00 ± 21.21

Note: *: mixture of stomach, intestines and liver;

** : control is a commercial flies trap by smelled glue

perkembangan reproduksinya (Fahrizal dan Ratna 2018; Putra *et al.* 2018). Hasil penelitian Oktavia *et al.* (2012); Palus *et al.* (2016); Ristiati *et al.* (2018) bahwa lalat lebih suka pada bahan makanan yang membusuk dan bau amis menyengat. Bau busuk disebabkan oleh dekomposisi protein yang menghasilkan hidrogen sulfida (H_2S), gugus thiol dan amonia. Bau ini akan menguap dan terperangkap oleh reseptor penciuman lalat sehingga lalat akan mendekat mencari inangnya (Nadeak *et al.* 2017; Tanjung 2016). Ketertarikan lalat rumah pada penyimpanan hari ke-2 dapat dihubungkan juga dengan tingginya nilai TVB pada lambung yang disimpan selama 2 hari mencapai nilai rata-rata 133,92 mg N/100 g. Nilai ini mengindikasikan bahwa senyawa-senyawa basa volatil telah terbentuk akibat proses kemunduran mutu jeroan ikan (membusuk) misalnya trimetilamin, nitrogen dan amino yang sebagian terbentuk akibat aktivitas mikroba yang ditandai bau busuk menyengat dan kondisi jeroan yang semakin hancur secara sensorik. Selain itu, suhu juga berpengaruh terhadap aktivitas lalat rumah. Menurut Tomberlin *et al.* (2009) suhu merupakan salah satu faktor yang berperan dalam siklus hidup lalat *black soldier fly* (BSF), di mana suhu yang lebih hangat atau di atas 30°C menyebabkan lalat dewasa menjadi lebih aktif dan produktif. Suhu optimal larva untuk dapat tumbuh dan berkembang adalah 27-30°C.

Ditambahkan oleh Wang *et al.* (2015); Palus *et al.* (2016); Iqbal *et al.* 2019) bahwa lalat rumah tertarik pada makanan yang mengandung protein, gula, daging busuk dan kotoran maupun bangkai hewan, karena adanya senyawa volatil yang ditimbulkan dari bahan ini. Hasil penelitian Croset *et al.* (2016), menyelidiki penginderaan asam amino pada *Drosophila melanogaster* (lalat buah), menunjukkan bahwa lalat buah ini menampilkan perilaku daya tarik terhadap asam amino glutamat. Dari 20 asam amino alami, setidaknya 10 yang harus ada dalam makanan serangga. 10 asam amino ini yang disebut asam amino esensial, termasuk lisina, triptofan, histidina, fenilalanina, leusina, isoleusina, treonina, metionina, valina, dan arginina. 10 asam amino lainnya dianggap

non esensial karena dapat disintesis dari asam amino lain atau bahan kimia yang serupa (Gao *et al.* 2019). Hal ini bergantung pada stimulus dan kemoreseptor yang diekspresikan secara luas dalam sistem saraf lalat (Croset *et al.* 2016). Ditambahkan oleh Wardhana (2018), kebutuhan protein lalat mencapai 9,81% dan lemak 10,32%, berbeda dengan hasil Sundu dan Dingle (2003), kebutuhan protein untuk lalat sekitar 16,17%, lemak 13-15%. Penelitian Hadadi *et al.* (2007) limbah solid padat lebih tinggi protein 12,63%, lemak lebih rendah 7,12%. Katayane *et al.* 2014 menghasilkan kadar protein dari kotoran ayam untuk lalat BSF sekitar 18,21%.

Ketertarikan serangga (lalat) pada inangnya mengacu pada fungsi reseptor kimia yang disebut neuron reseptor olfaktorius yang mampu mendeteksi senyawa bau/volatil (Carragher *et al.* 2015). Lalat memiliki indra penciuman yang sangat peka pada antena dan palpus, sehingga mampu mencium bau yang menguap dalam suhu kamar dan bahan yang membusuk (Nadeak *et al.* 2017; Tanjung 2016). Menurut Tang *et al.* (2016) senyawa dominan yang disukai oleh lalat rumah adalah golongan hidrokarbon misalnya nonanal, decanal, senyawa aldehyd (hexanal), ester, dan alkohol. Serangga yang memakan makanan baik padatan ataupun cairan harus memproses sejumlah besar energi tersebut untuk mengekstrak protein yang cukup untuk memenuhi kebutuhan metabolisme serangga (Liland *et al.* 2017; Fuso *et al.* 2021).

Sisi lain angka ketertarikan lalat rumah yang tinggi pada kontrol dibanding perlakuan disebabkan kontrol yang digunakan berupa kertas lem khusus lalat yang mengandung aroma ikan asin sehingga hal ini memicu datangnya lalat dan terperangkap dalam kertas dan menyebabkan lalat tidak dapat terbang lagi dan mati. Ketertarikan lalat rumah selama penyimpanan jeroan disajikan pada *Table 2*.

Aktivitas Antibakteri

Hasil uji antibakteri jeroan ikan cakalang dilakukan menggunakan metode difusi agar menunjukkan bahwa penyimpanan jeroan ikan cakalang selama 0-2 hari pada suhu ruang memiliki daya hambat terhadap bakteri

S. aureus (Gram positif) dan *E. coli* (Gram negatif) baik pada konsentrasi 50% maupun 75%. Daya hambat tersebut ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar kertas cakram. Diameter zona hambat bakteri *S. aureus* dan *E. coli* semakin besar seiring dengan penambahan konsentrasi jeroan. Diameter zona hambat bakteri *S. aureus* terbesar terdapat pada jeroan campuran 0 hari, konsentrasi 75% sebesar $9,30 \pm 0,07$ mm dan zona hambat terendah diperoleh pada jeroan lambung 0 hari, konsentrasi 50% sebesar $6,22 \pm 0,02$, sedangkan diameter zona hambat bakteri *E. coli* terbesar terdapat pada jeroan campuran 0 hari, konsentrasi 75% sebesar $8,78 \pm 0,02$ mm dan zona hambat terendah diperoleh pada jeroan hati 1 hari, konsentrasi 50% sebesar $5,21 \pm 0,01$ mm. Zhang *et al.* (2013) menunjukkan bahwa jeroan hati ikan ikan *Tetraodon flaviatilis* memiliki aktivitas antibakteri terhadap *S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella typhii*, dan *Klebsiella pneumoniae*. Hati ikan sidat Jepang juga dilaporkan

memiliki kemampuan sebagai antibakteri terhadap bakteri Gram positif (*S. aureus* dan *Micrococcus lysodeikticus*) dan Gram negatif (*Vibrio parahaemolyticus*, *Aeromonas hydrophilla*, *Aeromonas caviae*) (Zhang *et al.* 2008; Zadope 2018). Hasil uji antibakteri dari jeroan ikan cakalang menggunakan metode difusi cakram dapat dilihat pada Table 3.

Jika dibandingkan dengan kontrol positif, zona penghambatan yang dihasilkan oleh konsentrasi jeroan campuran 75% penyimpanan 0 hari (aktivitas antibakteri tertinggi pada *S. aureus* dibanding *E. coli*) masih berada di bawah kontrol positif ($28,56 \pm 0,13$ mm). Ampicillin merupakan salah satu turunan antibiotik penicillin golongan beta-lactam yang berspektrum luas, tahan terhadap asam dan cara kerjanya menghambat enzim transpeptidase (enzim yang berfungsi menyambung antara satu unit peptidoglikan dengan lainnya), dengan cara mengikat enzim sehingga mencegah pembentukan dinding sel bakteri. Adanya

Table 3 Inhibition zone of skipjack viscera during storage against pathogenic bacteria

Viscera	Storage (days)	Chemical characteristics			
		<i>S. aureus</i>		<i>E. coli</i>	
		50%*	75%*	50%*	75%*
Stomach	0	6.22 ± 0.02	8.37 ± 0.02	6.14 ± 0.04	8.17 ± 0.01
	1	7.30 ± 0.01	7.84 ± 0.02	6.89 ± 0.04	7.15 ± 0.04
	2	6.51 ± 0.04	7.43 ± 0.02	6.34 ± 0.03	6.78 ± 0.08
Intestines	0	7.13 ± 0.01	8.74 ± 0.02	6.13 ± 0.04	8.24 ± 0.02
	1	7.21	7.46 ± 0.01	6.97 ± 0.04	7.13 ± 0.01
	2	6.88 ± 0.02	7.98 ± 0.01	6.79 ± 0.07	6.97 ± 0.01
Liver	0	7.15 ± 0.01	8.96 ± 0.02	6.18	8.58 ± 0.13
	1	7.55 ± 0.01	8.51 ± 0.02	5.21 ± 0.01	6.98 ± 0.14
	2	7.11	8.27 ± 0.01	5.22	6.84 ± 0.11
Mixture*	0	7.13 ± 0.01	9.30 ± 0.07	6.36 ± 0.02	8.78 ± 0.02
	1	7.01 ± 0.16	7.37 ± 0.01	6.53 ± 0.07	7.05 ± 0.10
	2	6.92 ± 0.04	7.10 ± 0.06	6.61 ± 0.04	6.80 ± 0.06
Control + (Ampicillin 100 ppm)			28.56 ± 0.13		
Control - (aquadest)			0.00 ± 0		

Note: *: skipjack viscera concentration refers to research by Srikanya *et al.* (2018);

*:mixture of stomach,intestines and liver

serangan ampicillin ini dapat menghambat biosintesis peptidoglikan (komponen utama dinding sel bakteri yang bertanggung jawab menjaga integritas sel), akibatnya sel menjadi lemah dan pecah/lisis sehingga bakteri akan mati (Akhavan dan Vijhani 2019; Bush dan Jacoby 2010; Mengchen Li *et al.* 2019).

Perbedaan penghambatan pada kedua bakteri ini salah satunya disebabkan oleh struktur *cell envelope* yang dimiliki setiap bakteri, di mana bakteri Gram positif memiliki membran sitoplasma yang dikelilingi oleh dinding sel yang kaku dan keras, sementara bakteri Gram negatif memiliki dinding sel yang tipis namun dilapisi lagi oleh membran lipid lain yang berfungsi sebagai lapisan pelindung tambahan yang disebut *outer membrane* (OM) dan lapisan dalam berupa peptidoglikan (Gebreyohannes *et al.* 2013; Kapoor *et al.* 2017).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa jeroan ikan cakalang selama penyimpanan (pembusukan) hingga dua hari memiliki karakteristik kimia yang berpotensi sebagai atraktan (perangkap) lalat rumah. Uji aktivitas lalat rumah menunjukkan ketertarikan pada semua bagian jeroan, namun jeroan lambung yang memiliki jumlah lalat terbanyak dibandingkan jeroan usus, hati, dan jeroan campuran, namun lebih rendah dari kontrol. Asam amino yang dominan terdapat pada jeroan ikan cakalang adalah asam glutamat, arginina, glisina, fenilalanina, tirosina, lisina, serina, valina, dan histidina. Penyimpanan jeroan selama dua hari memiliki aktivitas antibakteri terbesar terhadap bakteri uji *S. aureus* dibanding bakteri *E. coli* dan hasil ini tergolong penghambatan berdaya hambat sedang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia atas hibah Skim Penelitian Disertasi Doktor (PDD) tahun 2020 yang diketuai oleh Prof. Dr. Ir. Harsi Dewantari Kusumaningrum.

DAFTAR PUSTAKA

- Adeyeye EI. 2015. Proximate, minerals and amino acids composition of *Acanthurus monroviae* and *Lutjanus gereensis* Fish muscle. *BMR Biotechnology*. 1(1):1-21.
- Akhavan BJ, Vijhani P. 2019. *Amoxicillin*. StatPearls Publishing LCC.
- Ariyani F, Wibowo S, Januar HI, Andayani F, Barokah GR, Anissah U, Putri AK. 2018. *Riset kandungan formaldehida alami pada ikan demersal*. [Laporan penelitian]: Jakarta. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- [AOAC] Association of Analytical Communities. 2012. *Official method of analysis*. 19 th ed. Arlington VA (USA) Inc. Washington.
- Arbajayanti RD, Nurhayati T, Nurimala M. 2021. Komponen asam amino dan aktivitas enzim tripsin dari usus tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*) dan kakap merah (*Lutjanus campechanus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 24(1):97-106.
- Balouiri M, Sadiki M, Ibsouda SK. 2016. Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*. 6:71- 79.
- Bechtel PJ, Oliveira ACM. 2006. Chemical characterization of liver lipid and protein from cold-water fish species. *Journal Food Science*. 71(6):480-485.
- Begum M, Pollen AA, Newaz Aw, Kamal M. 2011. Shelf life of giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) under different storage condition. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*. 9(1):159-168.
- Brillantes S, Paknoi S, Tatokien A. 2002. Histamine formation in fish sauce production. *Journal Food Chemistry*. 64:2090-2094.
- Bhaskar N, Benila T, Radha C, Lalitha RG. 2018. Optimization of enzymatic Hydrolysis of visceral waste protein of catla (*Catla catla*) for preparing protein hydrolysate using a commercial protease. *Bioresource Technology*. 99(2):335-343.
- Bush K, Jacoby GA. 2010. Update functional classification of beta-Lactamase.

- Journal Antimicrobial Agnets and Chromatography*. 54 (3):969-976.
- [CLSI] Clinical and Laboratory Standards Institute. 2012. *Performance Standards for Antimicrobial Disk Susceptibility Tests, Approved Standard, 7th ed.* CLSI document M02-A11. Pennsylvania, USA.
- Caron F. 2012. Antimicrobial susceptibility testing: a four facets tool for the clinician. *Journal Des Anti-Infectieux*. 14:186-174.
- Carraher C, Dalziel J, Yordania M, Christie DL, Newcomb R, Kralicek AV. 2015. Towards and understanding of the structural basis for insect olfaction by odorant receptors. *Journal Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 66:31-41.
- Chen SL, Xu MY, Ji XS, Yu GC, Liu Y. 2010. Cloning, characterization, and expression analysis of hepcidin gene from red sea bream (*Chrysophrys major*). *Antimicrobe Agents Chemotherapy*. 49:1608-1612.
- Connel DW and Miller GJ. 1995. *Kimia dan Eksotoksikologi Pencemaran*. Terjemahan dari Chemistry and Exotoxicology of Pollution, oleh : Y. Koestoer, UI-Press. Jakarta.
- Croset V, Schleyer M, Arguello JR, Gerber B, Benton R. 2016. A molecular and neuronal basis for amino acid sensing in the *Drosophila* larva. *Scientific Reports*. 6(1):1-13.
- Dattu IH, Gunandini DJ, Kardinan A. 2008. Pengaruh ekstrak kemangi (*Ocimum basilicum* forma *citratum*) terhadap perkembangan lalat rumah *Musca domestica*. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 5(1):36-44.
- Darmawati N dan Dali S. 2021. Analisis Total Volatile Bases (TVB) dan uji organoleptik nugget ikan dengan penambahan kitosan 2,5%. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*. 4(1):01-10.
- Esminingtyas R. 2006. Perubahan Mutu Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Asap Selama Penyimpanan. [Skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Fahrizal A dan Ratna R. 2018. Pemanfaatan limbah pelelangan ikan jembatan puri di kota sorong sebagai bahan pembuatan tepung ikan. *Gorontalo Fisheries Journal*. 1(2):10-16.
- Fasoyiro S, Hovingh R, Gourama H, Cutter C. 2016. Change in water activity and fungal counts of mize-pigeon pea flour during storage utilizing various packaging materials. *Procedia Engineering*. 159:72-76.
- Fitriyani dan Indira. 2011. Aktivitas enzim saluran pencernaan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dengan pakan mengandung tepung daun lamtoro (*Leucaena leucophala*) terhidrolisis dan tanpa hidrolisis dengan ekstrak enzim cairan rumen domba. *Biocientiae*. 8(2):16-31.
- Fuso A, Barbi S, Macavei LI, Luparelli AV, Maistrello L, Montorsi M, Sforza S, Caligiani A. 2021. Effect of the rearing substrate on total protein and amino acid composition in Black Soldier Fly. *Journal Foods*
- Gao P, Xia W, Li X, Liu S. 2019. Use of wine and dairy yeasts as single starter cultures for flavor compound modification in fish sauce fermentation. *Journal Frontiers Microbiology*.
- Garwan R. 2009. Perkembangan Histamin Selama Proses Fermentasi dan Penyimpanan Produk Bakasang Jeroan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis* L). [Tesis]: Bogor (ID). Institut Pertanian Bogor.
- Gebreyohannes G, Moges F, Sahile S, Raja N. 2013. Isolation and characterization of potential antibiotic producing actinomycetes from water and sediments of Lake Tana, Ethiopia. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. 3(6): 426-435.
- Giyatmi dan Irianto HE. 2017. Enzymes in fermented fish. *Advance Food Resources*. 80:199-216.
- Ghosal S, Chen M, Wagner J, Wang ZM, Wall S. 2018. Molecular identification of polymers and anthropogenic particles extracted from oceanic water and fish stomach - A Raman micro-spectroscopy study. *Environmental Pollution*.
- Gullan PJ, Cranston PS. 2010. *The Insects : An outline of Entomology*. 4th eds. Wiley: 41-519.

- Hadadi A, Herry, Setyorini, Surahman A, Ridwan E. 2007. Pemanfaatan limbah sawit untuk bahan pakan ikan. *Jurnal Budidaya Air Tawar*. 4:11-18
- Hayes M, Ross RP, Fitzgerald GF, Hill C, Stanton C. 2006. Casein-derived antimicrobial peptides generated by *Lactobacillus acidophilus*. *Journal Science*. 3(2):115-122.
- Hossain U dan Alam AK. 2015. Production of powder fish spoilage from fish market wastes. *Journal Agriculture Science*. 13(2):13-25.
- Horn SJ, Aspomo SI, Eijsink VGH. 2005. Growth of *Lactobacillus plantarum* in media containing hydrolysate of fish viscera. *Journal of Microbiology*. 99:1082-1099.
- Hussain B, Sultana T, Sultana S, Ahmed Z, Mahboob S. 2018. Study on impact of habitat degradation on proximate composition and amino acid profile of indian major carps from different habitats. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 25(4):755-759.
- Inayah A, Mahendrasai D, Suhendra. 2019. Light trap dengan atraktan cuka hitam untuk mencegah transmisi penyakit tular vektor. *Higeia Journal of Public Health Research and Development*. 3(4): 513-523.
- Indriyanti DR, Martono E, Trisyono YA, Witjaksono. 2018. Ketertarikan *Bactrocera carambole* (Diptera: Tephritidae) pada berbagai limbah yang mengandung protein. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 14:86-91.
- Ismanto H. 2010. Dampak perubahan lingkungan terhadap vektor penyakit. *Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*. 6(2):26-27.
- Iqbal A, Bambang W, Indah W, Rizki A. 2019. Variasi warna pipet pada perangkap lalat rumah terhadap jumlah lalat yang terperangkap. *Journal of Public Health*. 15(2):11-17.
- Irianto HE, Giyatmi S. 2009. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Jacob AM, Nurjanah, Lingga LAB. 2012. Karakteristik protein dan asam amino daging rajungan (*Portunus pelagicus*) akibat pengukusan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 12(5):156-163.
- Jami M, Ghanbari M, Kneifel W, Domig K. 2015. Phylogenetic diversity and biological activity of culturable Actinobacteria isolated from freshwater fish gut microbiota. *Microbiological Research*. 175:6-15.
- Jayasinghe GDTM, Jinadasa BKKK, Kithiri HMP. 2018. Determination of the amino acids and fatty acids composition of blubberlip snapper (*Lutjanus rivulatus*). *Journal of Analytical Chemistry*. 3(2):23-27.
- Jinadasa BKK. 2014. Determination of quality of marine fishes based on total volatile base nitrogen (TVB-N) test. *Journal Nature and Science*. 12(5):106-111.
- Kardinan A. 2008. *Selasih: Tanaman Keramat Multi Manfaat*. Penerbit: Agromedia Pustaka Jakarta.
- Katayane AF, Wolayan FR, Imbar MR. 2014. Produksi dan kandungan protein maggot (*Hermetia illucens*) dengan menggunakan media tumbuh berbeda. *Zooteknologi*. 34:27-36.
- Kapoor G, Saigal S, Elongavan A. 2017. Action and resistance mechanisms of antibiotics: A guide for clinicians. *Journal of Anaesthesiology Clinical Pharmacology*. 33(3):300-314.
- Khairi Z. 2010. Functional and bioactive components from mackerel (*Scomber scombrus*) and blue whiting (*Micromesistius poutassou*) processing waste. [Thesis]: Ireland, Dublin Institute of Tecnology.
- Ketaren S. 2005. *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia press.
- Kimura B, Konagaya Y, Fujii T. 2001. Histamine formation by *Tetragenococcus muriatricus*, a halophilic lactic acid bacterium isolated from fish sauce. *Journal of Food Microbiology*. 70: 71-77.
- Larasati A, Purnama H dan Damayanti B. 2018. Kunci identifikasi lalat buah (Diptera: Tephritidae) di Kabupaten Bogor dan sekitarnya. *Jurnal Entomologi Indonesia*. 13 (1): 49-61.

- Leke JR, Widyastuti T, Mandey JS, Najon M, Laihad J. 2015. Penggunaan tepung insang cakalang (*Katsuwonus pelamis*) sebagai pengganti tepung ikan dalam beberapa level pemberian dan metode pengolahan terhadap performans ayam broiler. *Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia*. 1(4):771-775.
- Liland NS, Biancarosa I, Araujo P, Biemans D, Bruckner CG, Waagbo R, Torstensen BE, Lock EJ. 2017. Modulation of nutrient composition of Black soldier fly (*Hermetia illucens*) Larvae by Feeding Seaweed-Enriched Media. *PLoS ONE* 12(8):e0183188.
- Liu JK, Zhao SM, Xiong SB. 2010. Influence of re-cooking on volatile and non-volatile compounds found in silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*). *Fisheries Science*. 75:1067-1075.
- Mah JH, Hyung KH, Young JO, Man GK, Han JW. 2002. Biogenic amines in Jeotkals; Korean salted and fermented fish product. *Journal Food Chemistry*. 79:239-243.
- Mangan RI. 2003. Adult diet and male female contact effect on female reproductive potential in mexican fruit fly *Anastrephahadens* (Loew) (Diptera: Tephritidae). *Journal of Economic Entomology*. 96:341-347.
- Mengchen Li, Qiaoli Liu, Yanti Teng, Liuyang Ou, Yuanliu Xi, Shuaiyin C, Guanchai D. 2019. The resistance mechanism of *E.coli* induced by Ampicillin in Laboratory. *Journal Infection and Drug Resistance*. 12:2862-2853.
- Nadeak ESM, Rwanda T, Iskandar I. 2015. Efektivitas variasi umpan dalam penggunaan fly trap di tempat pembuangan akhir ganet Kota Tanjung Pinang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*. 10(1): 82-86.
- Nishida RTE, Shelly, Kaneshiro KT. 1997. Acquisition of female attractive fragrance by male of the oriental fruit fly from a Hawaiian lei flower, *Fragacea berterians*. *Journal of Chemical Ecology*. 23:2275-2285.
- Nugraha R. 2020. Tinggi, kandungan lemak dan protein pada jeroan ikan. [Artikel Pengolahan Hasil Perikanan]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Nurhayati T, Desniar, Suhandana M. 2013. Pembuatan pepton secara enzimatik menggunakan bahan baku jeroan ikan tongkol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 16(1):1-11.
- Nurhayati T, Salamah, Nugraha R. 2014. Optimasi proses pembuatan hidrolisat jeroan ikan kakap Putih. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(1):42-52.
- Oktavia DA, Mangunwidjaja D, Wibowo S, Sunarti TC. 2012. Pengolahan limbah cair perikanan menggunakan konsorsium mikroba indogeneus proteolitik dan lipolitik. *Agrointek*. 6(2):65-71.
- Oluwaniyi OO, Dosumu OO, Owolola GV. 2010. Effect of local processing methods (boiling, frying and roasting) on the amino acid composition of four marine fishes commonly consumed in Nigeria. *Food Chemistry*. 123:1000-1006.
- Ozogul F, Ozogul Y. 2000. Comparison of methods used for determination of total volatile bases nitrogen (TVB-N) in Rainbow trout. *Turkey Journal of Zoology*. 24 (2): 113-120.
- Palus TS, Sanam MUE, Detha AIR. 2016. Identifikasi *Salmonella* sp. dan *Escherichia coli* pada lalat di tempat penjualan daging pasar Naikoten Kota Kupang. *Jurnal Veteriner Nusantara*. 1(1):10-13.
- Pelczar MJ dan Chan ESC. 2008. *Dasar-dasar Mikrobiologi 1*. Hadioetomo RS, Imas T, Tjitrosomo SS, Angka SL, Penerjemah. Jakarta (ID): UI-Press. Terjemahan dari : Elements of Microbiology.
- Peng S, Chen C, Shi Z, Wang L. 2013. Amino acid and fatty acid composition of the muscle tissue of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and bigeye tuna (*Thunnus obesus*). *Journal of Food and Nutrition Research*. 1(4): 42-45.
- Prabowo R. 2005. Akumulasi kadmium pada daging ikan bandeng. *Jurnal Ilmu Pertanian*. (2): 24-30.
- Prasetya RD, Yamtana, Amalia R. 2015. Pengaruh variasi warna lampu pada alat perekat lalat terhadap jumlah lalat rumah (*Musca domestica*) yang terperangkap. *Jurnal Balaba*. 11 (1): 29-34.

- Pratama RI, Rosstini I, Rochima E. 2018. Profil asam amino, asam lemak dan komponen volatile ikan gurame segar (*Ospbronemus gouramy*) dan kukus. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21(2):117-127.
- Pratama IR, Rostini I, Rochima E. 2018. Amino acid profile and volatile flavour compounds of raw and steamed patin catfish (*Pangasius hypophthalmus*) and narrow-barred spanish mackerel (*Scomberomorus commerson*). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 116 :1-17.
- Poernomo D. 1992. Pengaruh tapioka dan garam dalam fermentasi bakteri asam laktat jeroan ikan tuna (*Thunnus sp.*) [Skripsi]. Bogor (ID): Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Poernomo A dan Buckle KA. 2002. Crude peptone from cowtail ray (*Trygon sephen*) viscera as microbial growth media. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 18:333-340.
- Prasetya RD, Yamtama Y, Amalia R. 2015. Pengaruh variasi warna lampu pada alat perekat lalat terhadap jumlah lalat rumah (*Musca domestica*) yang terperangkap. *BALABA*. 11(01): 29-34.
- Putra FK, Kermelita D, Jubaidi. 2013. Efektivitas atraktan pada fly trap terhadap jumlah lalat rumah *M. domestica*. *Jurnal Media Poltekkes Kemenkes*. 6(2):144-154.
- Raufman J. 2004. Pepsin. Di dalam *Encyclopedia of Gastroenterology*. Amsterdam (NL): Johnson LR. Ed, Academic Press. 3: 147-148.
- Sayono, Mardhotillah S, Martini. 2005. Pengaruh aroma umpan dan warna kertas perangkap terhadap jumlah lalat yang terperangkap. *Jurnal Litbang Universitas Muhammadiyah Semarang*. 2(2): 30-36.
- Rozendaal JA. 1997. *Vector Control. Methods for Use by Individual and Communities*. Geneva: World Health Organization (WHO).
- Ristiati NP, Suryanti IAP, Indrawan IMY. 2018. Isolasi dan karakterisasi bakteri tanah pada tempat pemrosesan akhir di Desa Bengkala Kabupaten Buleleng. *Wahana Matematika dan Sains*. 12(1):64-77.
- Riyanto R, Supriyadi, Suparmo, Heruwati ES. 2012. Persamaan prediksi umur simpan filet ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang dikemas vakum dalam HDPE. *Jurnal Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 7 (2):105-116.
- Savitriani S, Maftukhah NA. 2021. Efektivitas variasi umpan pada fly trap dalam pengendalian kepadatan lalat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Ruwa Jurai*. 14(1):16-22.
- Setijanto, Sulistyio I, Budiano E. 2014. Penentuan waktu pengambilan benih dan diet ikan sidat (*Anguilla bicolor*) di Sungai Serayu. *Omni-Akuatika*. 13(19): 46-52.
- Setyowati AD, Hidayati PDN, Awik, Abdulgani N. 2010. Studi histopatologi hati Ikan belanak (*Mugil cephalus*) di Muara Sungai Aloo Sidoarjo. [Laporan penelitian]. Surabaya: Program Studi Biologi. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh November, 10 hlm.
- Simmons LWR, Teale RJ, Maier M, Standish RJ, Bailey WJ, Wither PC. 1992. Some cost of reproduction for male bushercrakes, *Requena verticalis* (Orthoptera: Tettigonidae): Allocating resources of make attraction and nuptial feeding. *Behaviour of Ecology Sociobiology*. 31:57-62.
- Srikanya AK, Dhanapal K, Sravani K, Madhavi B, Yeshdes, Kumar PG. 2018. Antioxidant and antimicrobial activity of protein hydrolysate prepared from tilapia fish waste by enzymatic treatment. *Journal of Microbiology Apply Science*. 7(10):2891-2899.
- Suhandana M, Pratama G, Jumsurizal R, Sari M, Septyaningtyas RD. 2018. Komposisi kimia hidrolisat protein jeroan ikan dengan konsep autolisis menggunakan enzim internal pada ikan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 7(2):124-130.
- Sundar STB, Latha BR, Harikrishnan TJ, Prakash AVO, Valavan SE, Pandian C, Kangaraju P, Premavalli K, Pandian ASS. 2017. Field evaluation baited pheromone glue traps of lure-and kill house flies (*Musca domestica*) in an organized

- poultry farm. *Indian Veterinary Journal*. 95(3):46-49.
- Sundu B, Dingle J. 2003. Use of enzymes to improve the nutritional value of palm kernel meal and copra meal. *Australian Poultry Science Symposium*. 11:1-15.
- Susanto MK, Agustini E, Swastawati TW, Surti T, Fahmi A S, Albar MF, Nafis. 2011. Pemanfaatan bahan alami untuk memperpanjang umur simpan ikan kembung (*Rastrelliger neglectus*). *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*. 2(3):60-69.
- Supartinah. 2012. Analisis Deskriptif Mutu Jeroan (usus, hati, ginjal) ikan bandeng (*Chanos chanos*) selama penyimpanan suhu chilling melalui pengamatan histologis. [Skripsi]: Bogor (ID). Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Suwetja K. 2011. *Biokimia Hasil Perikanan*. Penerbit : Media Prima, Jakarta.
- Tang R, Zhang F, Zhu F, Kenis M. 2016. Identification and testing of oviposition attractant chemical compounds for *Musca domestica*. *Journal Econ Entomology*. 911: 915-922.
- Tanjung N. 2016. Efektivitas berbagai bentuk flytrap dan umpan dalam pengendalian kepadatan lalat pada pembuangan sampah jalan Budi Luhur Medan. *Jurnal Ilmiah PANNMED*. 11(3):218-221.
- Tomberlin JK, Sheppard DC. 2002. Factors influencing mating and oviposition of black soldier flies (Diptera: Stratiomyidae) in a colony. *Journal Entomology Science*. 37:345-352.
- Taufik M, Hana, Susilo U. 2017. Aktivitas protease dan amilase pada ikan sidat (*Anguilla bicolor McClelland*). *Scripta Biologica*. (3):183-188.
- Vickers RA. 1997. *Progres in Developing an alternative to protein hydrolysate bait sprays*, hlm: 117-120.
- Wahyuni S. 2011. Histamin tuna (*Thunnus sp.*) dan identifikasi bakteri pembentuknya pada kondisi suhu penyimpanan standard. [Skripsi]. Bogor (ID): Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Teknologi Hasi Perikanan, Institut Pertanian Bogor.
- Wang H, Fenglan Z, Jin C, Qingsheng Z, Zhirong C. 2012. Comparison of chromatographic and titrimetric methods for the determination of the α -amino nitrogen in standard solution and fish protein hydrolysates. *Journal Food Research*. 1(4):174-183.
- Wardhana AH. 2016. Black soldier fly (*Hermetia illucens*) sebagai sumber protein alternatif untuk pakan ternak. *Wartazoa*. 26 (2).
- Wasito. 2005. *Sanitasi Pembuangan Sampah dalam Masyarakat Perkotaan*. Jakarta: Akademi Penilik Kesehatan.
- Waters Corporation. 2012. Amino Acid Analysis Application Notebook. <https://www.waters.com/webassets/cms/library/docs/720006130en.pdf>.
- Wu T, Sun L, Du C, Cai Q, Zhang Q. 2009. Identification of pepsinogen and pepsins from the stomach of European eel (*Anguilla anguilla*). *Food Chemistry*. 103: 795-801.
- Wu X, Zhou B, Cheng Y, Zeng C, Wang C, Feng L. 2010. Comparison of gender differences in biochemical composition and nutritional value of various edible parts of the blue swimmer crab. *Journal Food Composition Analysis*. 23:154-159.
- Wu Z, Zhang H, Wang Z, Bin S, He H, Lin J. 2015. Recovery of chemosensory genes in the fruit fly *Bactro dorsalis*. *Journal Neuroscience*. 12 (2): 15-28.
- Zhang YX, Zou AH, Manchu RG, Zhou YC, Wang SF. 2008. Purification and antimicrobial activity of antimicrobial protein from Brown-spotted grouper, *Epinephelus fario*. *Zoological Research*. 29 (6):627-632.
- Zhang DL, Guan RZ, Huang WS, Xiong J. 2013. Isolation and characterization of a novel antibacterial peptide derived from hemoglobin alpha in the liver of Japanese eel, *Anguilla japonica*. *Fish and Shellfish Immunology*. 35:625-631.
- Zodape GV. 2018. Studies on Antibacterial activity of bioactive compounds of fish tetraodon fluviatilis of west east of Mumbai. *Biomedical and Pharmacology Journal*. 4(2):288-298.