

**PENGARUH SINAR UV-C TERHADAP DERAJAT KEASAMAN,  
KADAR PROTEIN DAN KADAR HISTAMIN PADA UDANG VANNAMEI  
(*litopenaeus vannamei*)**

**SKRIPSI**

Oleh :  
**ADELIA INDAH RAMADHANI**  
**NIM 200604110020**



**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**HALAMAN PENGANTAR**

**PENGARUH SINAR ULTRAVIOLET C TERHADAP DERAJAT  
KEASAMAN, KANDUNGAN PROTEIN DAN KANDUNGAN HISTAMIN  
PADA UDANG VANNAMEI (*litopenaeus vannamei*)**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada:  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)**

**Oleh :  
ADELIA INDAH RAMADHANI  
NIM . 200604110020**

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

## HALAMAN PERSETUJUAN

PENGARUH SINAR UV-C TERHADAP DERAJAT KEASAMAN, KADAR  
PROTEIN DAN KADAR HISTAMIN PADA UDANG VANNAMEI  
(*litopenaeus vannamei*)

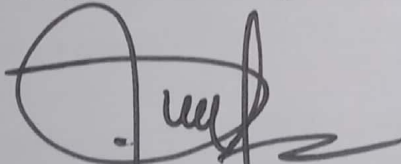
SKRIPSI

Oleh :

Adelia Indah Ramadhani  
NIM. 200604110020

Telah Diperiksa dan disetujui untuk Diuji  
Pada tanggal, 28 Juni 2024

Dosen Pembimbing I



Dr.H. M. Tirono, M.Si  
NIP. 19641211 199111 1 001

Dosen Pembimbing II



Ahmad Abtokhi, M.Pd  
NIP.19761003 200312 1 004

Mengetahui,  
Ketua Program Studi



Dr. Imam Tazi, M.Si  
NIP.19740730 200312 1 002

## HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH SINAR UV-C TERHADAP DERAJAT KEASAMAN, KADAR  
PROTEIN, KANDUNGAN HISTAMIN PADA UDANG VANNAMEI  
(*littopenaus vannamei*)

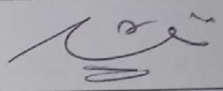

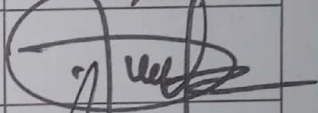
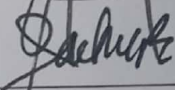
### SKRIPSI

Oleh:

Adelia Indah Ramadhani

NIM. 200604110020

Telah Dipertahankan Di Depan Dewan Penguji  
Dan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)  
Pada Tanggal 1 Juli 2024

Penguji Utama :	<u>Dr. H. Agus Mulyono, S.Pd., M.Kes.</u> NIP. 19750808 199903 1 003	
Ketua Penguji :	<u>Wiwis Sasmitaninghidayah</u> NIP. 19870215 202321 2 031	
Sekretaris Penguji :	<u>Dr.H. M. Tirono, M.Si</u> NIP. 19641211 199111 1 001	
Anggota Penguji :	<u>Ahmad Abtokhi, M.Pd</u> NIP.19761003 200312 1 004	

Mengesahkan,  
Ketua Progam Studi



  
Dr. Imam Tazi, M.Si  
NIP. 19740730 200312 1 002

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Adelia Indah Ramadhani  
NIM : 200604110020  
Jurusan : Fisika  
Fakultas : Sains Dan Teknologi  
Judul Penelitian : Pengaruh Sinar UV-C Terhadap Derajat Keasaman, Kadar Protein, Kandungan Histamin Pada Udang (*Litopenaus Vannamei*)

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur jiplakan maka saya bersedia untuk menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Juni 2024  
Yang Membuat Pernyataan



Adelia Indah Ramadhani  
NIM. 200604110020

## **MOTTO**

“Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya.”

(QS. Al-Baqarah: 286)

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan nikmat berupa kesehatan sehingga atas ridha dan kuasa-Nya skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam senantiasa tercurah limpahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW yang membawa dan menerangi hati kita, menjadi cahaya bagi segala perbuatan mulia. Semoga kita semua senantiasa mendapatkan syafaatnya *fii yaumul qiyamah*. Karya tulis ini saya persembahkan untuk:

1. Kepada kedua orang tua yakni bapak Heri Subandrio dan Ibu Evi Hidayati telah memberikan dukungan, motivasi dan semangat yang luar biasa dan selalu memenuhi semua kebutuhan penulis
2. Teruntuk kedua adik penulis yang selalu mendoakan untuk kelancaran skripsi ini.
3. Kepada seluruh dosen fisika UIN Maulana Malik Ibrhaim Malang khususnya dosen pembimbing penulis bapak Dr. H. M. Tirono M,Si yang telah banyak membantu dan membimbing saya dalam menyelesaikan skripsi.
4. Teruntuk teman-teman seperjuanganku fisika angkatan 2020 dan juga teman-temanku Biophysic yang selalu memberikan bantuan, support, masukan, dan semangat.
5. Kepada seluruh rekan-rekan terdekat dan semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu. Terimakasih atas semua bantuan dan dukungan yang tiada henti. Semoga Allah SWT membalas budi baik kalian semua. Aamiin..
6. Ucapan terima kasih kepada Dhiyausy Syamsi Ash Shofy yang telah membantu dan memberikan support selama proses penulisan skripsi ini.

7. Rasa syukur dan apresiasi penulis tujukan kepada almamater tercinta, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, tempat penulis menimba ilmu
8. Sebagai penutup, penulis mengucapkan terima kasih kepada Adelia Indah Ramadhani sudah bertahan sampai saat ini dan mampu menyelesaikan apa yang sudah dimuali dengan tuntas. Terima kasih atas kerjas keras, semangat, dan usaha dalam menuntaskan penulisan skripsi ini.



## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Dengan penuh rasa syukur, penyusun mengucapkan alhamdulillah atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berbagai rahmat dan nikmat, termasuk kesehatan, kesempatan, dan kesabaran. Berkat anugerah-Nya, penyusun berhasil menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pengaruh Sinar Ultraviolet C Terhadap Derajat Keasaman, Kandungan Protein Dan Kandungan Histamin Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*)” dan telah diselesaikan dengan dedikasi maksimal.

Penyusun juga ingin mengirimkan sholawat dan salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang telah membimbing umat manusia dari kegelapan menuju cahaya iman melalui pedoman Al-Qur'an dan Al-Hadist. Semoga kita semua dapat menjadi bagian dari umat yang mendapatkan syafaatnya. Aamiin.

Penyusun sangat menyadari bahwa penulisan skripsi ini tidak mungkin terwujud tanpa bantuan dari berbagai pihak yang terlibat. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih yang mendalam kepada:

1. Prof. Dr.H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Hj. Sri Harini, M.Si, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Imam Tazi, M.Si., selaku Ketua Progam Studi Fisika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Dr.H. M. Tirono, M.Si selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang sudah memberikan ilmu dan membimbing dengan sabar penulisan skripsi ini dengan baik.
5. Bapak Penguji yang telah memberikan ilmu dan masukan ide.
6. Seluruh Dosen Fisika, Laboran dan Staff UIN Malang yang telah sabar memberikan ilmunya.
7. Bapak, Ibu dan keluarga yang selalu mendoakan dan mendukung sampai detik ini.
8. Teman-teman fisika angkatan 2020 dan teman-teman Biofisika yang selalu membantu menjadi penyemangat untuk menyelesaikan skripsi ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, atas keikhlasan membantu motivasi, doa dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu, penulis memohon masukan dan kritik untuk evaluasi dan perbaikan agar lebih berkualitas. Akhirnya, penulis berharap agar penelitian skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca. Aamiin Ya Rabbal Alamiin.

*Wassalamu'alaikum Wr.Wb*

Malang, 30 Oktober 2023

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>COVER</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGAJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>مستخلص البحث</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	6
1.3 Tujuan .....	7
1.4 Manfaat .....	7
1.5 Batasan Masalah.....	7
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>8</b>
2.1 Sinar Ultraviolet (UV) .....	8
2.2 Sinar Ultraviolet C .....	15
2.2.1 Interaksi Radiasi UV-C Terhadap Materi.....	15
2.2.2 Mekanisme desinfeksi pada materi.....	16
2.3 Lampu Ultraviolet .....	18
2.4 Udang vanamei.....	19
2.4.1 Klasifikasi Udang Vanamei .....	19
2.4.2 Morfologi udang <i>Litopenaeus vannamei</i> .....	20
2.4.3 Kandungan gizi Udang .....	21
2.5 Derajat keasamaan (pH).....	26
2.6 Proses pembusukan pada udang.....	27
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	<b>30</b>
3.1 Jenis Penelitian.....	30
3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	30
3.3 Alat dan Bahan.....	30
3.3.1 Alat Penelitian.....	30
3.3.2 Bahan penelitian .....	31
3.4 Desain Penelitian.....	31
3.5 Diagram Alir .....	32
3.6 Rancangan Penelitian .....	32
3.6.1 Pengujian derajat keasaman pada udang vanamei .....	33

3.6.2	Pengujian kandungan protein pada udang vannamei.....	33
3.6.3	Pengujian kandungan histamin pada udang vannamei .....	35
3.7	Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.8	Teknik Analisis Data.....	38
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>39</b>
4.1	Hasil penelitian.....	39
4.2	Data Hasil Penelitian.....	40
4.2.1	Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Derajat Keasaman Pada Udang Litopenaeus Vannamei .....	40
4.2.2	Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap kadar protein pada udang Litopenaeus Vannamei .....	45
4.2.3	Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadar Histamin Pada Udang Litopenaeus Vannamei .....	50
4.3	Pembahasan.....	56
4.3.1	Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap derjat keasaman pada udang (Litopenaeus Vannamei ) .....	56
4.3.2	Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kandungan Protein pada udang Litopenaeus Vannamei .....	58
4.3.3	Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadungan Histamin Pada Udang Litopenaeus Vannamei .....	60
4.4	Integrasi Terhadap Al-Qur'an.....	64
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>68</b>
5.1	KESIMPULAN.....	68
5.2	SARAN .....	69
<b>DAFTAR PUSAKA.....</b>		<b>70</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>77</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Spektrum gelombang sinar UV (Robbins 2008).....	8
Gambar 2.2	Arah Vector Poynting .....	12
Gambar 2.3	Morfologi udang vannamei (Wyban and Sweeney 1991).....	21
Gambar 2.4	Struktur Ikatan Peptida(Damongilala 2021) .....	22
Gambar 3.1	Desain Rancangan Alat .....	31
Gambar 3.1	Desain Rancangan Alat .....	31
Gambar 4.1	Pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap derajat keasaman pada udang vaname.....	42
Gambar 4.2	Pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap protein pada udang vaname .....	52
Gambar 4.3	Pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap histamin pada udang vaname .....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Batas pH pada kondisi udang segar dan kondisi udang busuk.....	34
Tabel 3.2	Kadar protein pada kondisi udang segar dan udang busuk.....	36
Tabel 3.3	Ciri-Ciri Kondisi Dan Kadar Histmain Pada Udang.....	37
Tabel 3.4	Derajat Keasaman pada Udang Litopenaeus Vannamei.....	38
Tabel 3.5	Kadar protein pada Udang Litopenaeus Vannamei.....	38
Tabel 3.5	Kadar histamin pada Udang Litopenaeus Vannamei.....	39
Tabel 4.1	Data Hasil Penelitian derajat keasaman pada udang vanamei ...	41
Tabel 4.2	Hasil uji faktorial pada pH daging udang.....	43
Tabel 4.3	Hasil uji DMRT Lama paparan UV-C terhadap pH pada daging udang vanamei.....	44
Tabel 4.4	Tabel hasil uji DMRT intensitas sinar UV-C terhadap pH udang vanamei.....	44
Tabel 4.5	Tabel hasil uji DMRT lama paparan dan intensitas sinar UV-C terhadap spH udang vaname.....	44
Tabel 4.6	Data Hasil Penelitian Protein pada udang vanamei.....	47
Tabel 4.7	Uji faktorial pada kadar protein daging udang.....	49
Tabel 4.8	Uji lanjut DMRT intensitas sinar UV-C pada kadar proteindaging udang.....	50
Tabel 4.9	Tabel data hasil penelitian kandungan histamin pada udang vaname.....	49
Tabel 4.10	Hasil uji factorial terhadap kadar histamin.....	54
Tabel 4.11	Uji lanjut DMRT lama paparan sinar UV-C terhadap kandungan histamin pada udang vaname.....	54
Tabel 4.12	Uji lanjut DMRT intensitas sinar UV-C terhadap kandungan histamin pada udang vaname.....	55
Tabel 4.13	Uji lanjut DMRT lama paparan dan intensitas sinar UV-C terhadap kandungan histamin pada udang vaname.....	56

## ABSTRAK

Ramadhani, Adelia Indah. 2024. **Pengaruh Sinar Uv-C terhadap Derajat Keasaman, Kadar Protein dan Kadar Histamin Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*)**. Skripsi. Jurusan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing: (I) Dr.H. M. Tirono, M.Si (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd

---

Kata Kunci: Udang Vannamei, Sinar Uv-C, Derajat Keasaman, Kadar Protein, Kadar Histamin

Udang vannamei merupakan salah satu sejenis udang yang termasuk dalam kelompok crustacea dan ordo decapoda, dengan karakteristik tertentu seperti jumlah kaki dan perkembangan larva yang unik. Udang Vanamei adalah salah satu jenis udang yang sering dibudidayakan dan memiliki tingkat protein yang tinggi, dengan sekitar 20-25% protein. Iradiasi yang umum digunakan dalam pengawetan pangan adalah menggunakan sinar ultraviolet. Proses ini untuk mengurangi penurunan mutu akibat pembusukan dan kerusakan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama paparan sinar ultraviolet c terhadap derajat keasaman, umur simpan, kandungan protein dan kandungan histamin pada udang vannamei (*litopenaeus vannamei*). Metode penelitian ini menggunakan variasi lama paparan 0,15,30,45,60 menit dan intensitas 0 mW/cm<sup>2</sup>, 50 mW/cm<sup>2</sup>, 75 mW/cm<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan Intensitas dan lama paparan paparan sinar UV-C dapat mempengaruhi nilai pH pada daging udang vanamei. Pada intensitas 0-75 mW/cm<sup>2</sup> dan lama paparan 15-60 menit terjadi peningkatan nilai karena paparan sinar UV-C dapat mengubah struktur molekuler dalam daging udang yang menyebabkan peningkatan pH. Pada kadar protein variasi intensitas dan lama paparan sinar UV-C tidak mempengaruhi karena sinar UV-C lebih berpengaruh pada inaktivasi enzim melalui dua jalur utama: oksidasi langsung yang berasal dari absorpsi radiasi oleh protein, dan perubahan struktural protein yang mengarah pada inaktivasi enzim. Pada kadnungan histamin Variasi intensitas dan lama paparan sinar UV-C dapat mempengaruhi pada inetnsitas 0-75 mW/cm<sup>2</sup> dan lama paparan 15-60 menit kadar histamin mengalami penurunan. Semakin besar intensitas dan semakin lama paparan sinar UV-c semakin menurun kadar histaminnya. Hal tersebut dapat terjadi karena Paparan sinar UV-C dapat mengurangi kadar histamin pada udang karena sinar UV-C memiliki efek inaktivasi terhadap bakteri pembentuk histamin (HFB)

## ABSTRACT

Ramadhani, Adelia Indah. 2024. **Effect of UV-C Rays on Acidity, Protein Levels and Histamine Levels in Vannamei Shrimp** (*Litopenaeus vannamei*). Thesis. Department of Physics, Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University, Malang. Supervisor: (I) Dr.H. M. Tirono, M.Si (II) Ahmad Abtokhi, M.Pd

---

Keywords: Vannamei Shrimp, UV-C Rays, Acidity Degree, Protein Content, Histamine Levels

Vannamei shrimp is a type of shrimp that belongs to the crustacean group and the order of decapodes, with certain characteristics such as the number of legs and unique larval development. Vannamei shrimp is one type of shrimp that is often cultivated and has a high level of protein, with about 20-25% protein. Radiation commonly used in food preservation is using ultraviolet light. This process is to reduce quality degradation due to decay and damage. This study aims to determine the effect of prolonged exposure to ultraviolet c rays on acidity, shelf life, protein content and histamine content in vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*). This research method uses variations in the duration of exposure of 0,15,30,45,60 minutes and an intensity of 0 mW/cm<sup>2</sup>, 50 mW/cm<sup>2</sup>, 75 mW/cm<sup>2</sup>. The results of the study show that the intensity and duration of exposure to UV-C rays can affect the pH value of vannamei shrimp meat. At an intensity of 0-75 mW/cm<sup>2</sup> and an exposure duration of 15-60 minutes, there was an increase in value because exposure to UV-C light could change the molecular structure in shrimp meat causing an increase in pH. At protein levels, the variation in intensity and duration of UV-C exposure has no effect because UV-C rays have more effect on enzyme inactivation through two main pathways: direct oxidation derived from radiation absorption by proteins, and structural changes in proteins that lead to enzyme inactivation. In histamine levels, variations in the intensity and duration of exposure to UV-C rays can affect the consistency of 0-75 mW/cm<sup>2</sup> and the duration of exposure to 15-60 minutes decreases histamine levels. The greater the intensity and the longer the exposure to UV-C rays, the lower the histamine levels. This can happen because exposure to UV-C rays can reduce histamine levels in shrimp because UV-C rays have an inactivation effect on histamine-forming bacteria (HFB).



## مستخلص البحث

رمضاني، أديليا انداه. ٢٠٢٤. تأثير ضوء الأشعة فوق البنفسجية على الحموضة ومستويات البروتين ومستويات الهيستامين في روبيان فانامي. اطروحه. قسم الفيزياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الدكتور الإسلامية الحكومية، مالانج. المشرف

الدكتور الحاج محمد تيرونو، الماجستير (1) حمد أبطوخي، دكتوراه في الطب (2)

الكلمات الدالة: روبيان فانامي، الأشعة فوق البنفسجية، درجة الحموضة، محتوى البروتين، مستويات الهيستامين

١ لروبيان هو نوع من الجمبري ينتمي إلى مجموعة القشريات وترتيب العشاري، مع خصائص معينة مثل عدد الأرجل وتطور اليرقات الفريد. الجمبري هو أحد أنواع الجمبري التي غالباً ما يتم زراعتها ويحتوي على مستوى عالٍ من البروتين، مع حوالي ١٠٪ من البروتين. يستخدم الإشعاع الذي يشيع استخدامه في حفظ الطعام الأشعة فوق البنفسجية. تهدف هذه العملية إلى تقليل تدهور الجودة بسبب التسوس والتلف. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد تأثير التعرض لفترات طويلة للأشعة فوق البنفسجية على الحموضة ومدة الصلاحية ومحتوى البروتين ومحتوى الهيستامين في روبيان الفانامي. تستخدم طريقة البحث هذه تبايناً في طول التعرض يبلغ دقيقة وشدة ميجاوات، ميجاوات /، ميجاوات /. تظهر نتائج الدراسة أن شدة ومدة التعرض للأشعة فوق البنفسجية يمكن أن تؤثر على قيمة الرقم الهيدروجيني للحوم الجمبري فانامي. عند شدة ميجاواط / ومدة التعرض من دقيقة، كانت هناك زيادة في القيمة لأن التعرض للأشعة فوق البنفسجية يمكن أن يغير البنية الجزيئية في لحم الجمبري مما يؤدي إلى زيادة في درجة الحموضة. عند مستويات البروتين، فإن الاختلاف في شدة ومدة التعرض للأشعة فوق البنفسجية ليس له أي تأثير لأن الأشعة فوق البنفسجية لها تأثير أكبر على تعطيل الإنزيم من خلال مسارين رئيسيين: الأكسدة المباشرة المستمدة من امتصاص الإشعاع بواسطة البروتينات، والتغيرات الهيكلية في البروتينات التي تؤدي إلى تعطيل الإنزيم. في مستويات الهيستامين، يمكن أن تؤثر الاختلافات في شدة ومدة التعرض للأشعة فوق البنفسجية على اتساق ميجاواط / ومدة التعرض لمدة دقيقة تقلل من مستويات الهيستامين. كلما زادت الكثافة وكلما زاد التعرض للأشعة فوق البنفسجية، انخفضت مستويات الهيستامين. يمكن أن يحدث هذا لأن التعرض للأشعة فوق البنفسجية يمكن أن يقلل من مستويات الهيستامين في الجمبري لأن الأشعة فوق البنفسجية لها تأثير تعطيل على البكتيريا المكونة للهيستامين

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Indonesia yang terkenal dengan kekayaan alamnya terutama di sektor kelautan. Indonesia merupakan negara yang diakui sebagai negara maritim dan memiliki kepulauan terbesar di dunia dengan keanekaragaman hayati laut yang luar biasa. Menurut perkiraan, terdapat sekitar 24,53 juta hektar potensi lahan budidaya laut yang berjarak sekitar 5 kilometer dari garis pantai (Burhanuddin 2015). Sumber daya alam yang berasal dari laut, salah satunya udang. Di laut Indonesia banyak jenis udang yang dapat dikonsumsi oleh masyarakat. Salah satunya udang jenis *litopenaeuse vannamei*.

Udang merupakan salah satu komoditas utama yang paling diminati sebagai makanan, karena dagingnya yang gurih dan rasanya begitu lezat sehingga membuat komoditas udang ini begitu familiar dan sangat digemari oleh banyak orang. Melimpahnya jenis udang yang hidup di perairan Indonesia membuat peluang untuk memasarkan udang. Masing-masing jenis udang memiliki ciri yang unik dan khas. Tiongkok adalah produsen *litopenaeuse vannamei* terbesar di dunia; produksi tahunan mencapai 1,7603 juta ton pada tahun 2018, dan menyumbang 30,24% dari produksi krustasea budidaya laut dan air tawar (Pauly and Zeller 2019). Di Cina, budidaya pabrik dalam ruangan merupakan cara penting untuk membiakkan *litopenaeuse vannamei*.

Udang yang bermutu baik akan memperlihatkan kenampakan yang segar, dengan warna dan bau yang khas sesuai spesifiknya. Kandungan pada udang yang segar juga masih terjamin kandungan vitaminnya. Seperti kandungan protein udang

vanamei adalah salah satu jenis udang yang sering dibudidayakan dan memiliki tingkat protein yang tinggi, dengan sekitar 20-25% protein. Selain protein terdapat kandungan lemak, mineral. Namun udang memiliki kekurangan yaitu tidak bisa bertahan lama di suhu ruang. Jika kondisi udang nampak pucat dan lembek dengan bau yang tengik, udang sudah dikatakan busuk. Namun, di sisi lain dari produk-produk perikanan dapat menjadi media bagi bakteri patogen dan parasit karena memiliki kadar air yang tinggi, yang memungkinkan pertumbuhan mikroorganisme tersebut. Akibatnya, produk-produk perikanan mudah mengalami kerusakan dan dapat menyebabkan keracunan makanan pada manusia (wiranti 2016).

Kasus infeksi atau keracunan produk perikanan sering terjadi akibat mengkonsumsi makanan yang telah terkontaminasi, baik oleh mikroba patogen penyebab infeksi maupun mikroba penghasil toksin (PERIKANAN, n.d.-a). Salah satu kasus keracunan karena intoksikasi adalah keracunan histamin. Permasalahan histamin ini termasuk tiga besar problem kesehatan publik yang kerap muncul dari makanan laut (Setyarini, Lestari, and Rahayuningsih 2019). Setelah ikan mati, enzim-enzim dari bakteri yang tumbuh di dalamnya dapat dengan segera mengkatalisis reaksi yang menghasilkan amina biogenik, termasuk histamin, yang bersifat toksin. Sedangkan (Setyarini, Lestari, and Rahayuningsih 2019) mengatakan bahwa ikan yang masih segar memiliki kandungan histamin lebih kecil dari 10 ppm. Menurut (Burhanuddin 2015) bahwa syarat mutu dan keamanan produk ikan segar kadar histamin maksimum 100 mg/kg atau setara dengan 100 ppm. Di sisi lain, kandungan histamin adalah parameter penting yang perlu dipantau dalam produk perikanan, termasuk udang. Peningkatan kandungan histamin dapat terjadi jika kondisi penyimpanan dan pengolahan tidak tepat, dan ini dapat

menyebabkan masalah kesehatan seperti keracunan histamin jika dikonsumsi oleh manusia.

Ada beberapa di kalangan masyarakat masih menyimpan udang dalam keadaan suhu yang rendah. Keadaan tersebut beberapa kali diketahui pada pasar tradisional. Dimana keadaan udang di biarkan pada suhu yang rendah pada waktu yang cukup lama. Karena udang sangat mudah rusak karena memiliki asam amino bebas yang cukup, tingkat kelembapan yang tinggi, senyawa non-nitrogen yang digunakan untuk pertumbuhan mikroba, dan melanosis (Das and Mishra 2023). Hal tersebut dapat merusak kualitas dan kondisi gizi udang serta dapat memicu pertumbuhan bakteri yang akan menimbulkan alergi jika dikonsumsi.

Terdapat cara untuk menjaga kualitas udang dengan menggunakan bahan kimia. Seperti menggunakan bahan formalin, cairan *Natrium Bisulfit* yang digunakan untuk mencegah oksidasi dan menjaga warna udang, serta cairan Asam Askorbat digunakan untuk mencegah perubahan warna dan mempertahankan kualitas udang. Meskipun terjaga kualitasnya, tetapi hal tersebut beresiko pada kesehatan jika sampai dikonsumsi oleh masyarakat (Hermawan, Mukti, and Yasin 2020).

Salah satu alternatif pengawetan pangan adalah dengan teknik iradiasi. Iradiasi yang umum digunakan dalam pengawetan pangan adalah menggunakan sinar ultraviolet. Proses ini bertujuan untuk mengurangi penurunan mutu akibat pembusukan dan kerusakan. Beberapa penelitian terkait radiasi sinar UV-C untuk penyimpanan bahan pangan yaitu Radiasi ultraviolet-C banyak digunakan sebagai strategi alternatif untuk mengendalikan mikroorganisme dalam produk makanan. Secara global, konsumsi udang sebagai salah satu produk perikanan penting terus

meningkat. Oleh karena itu, menjaga kualitas dan keamanan produk udang selama penyimpanan menjadi krusial. Sinar UV-C telah dikenal memiliki potensi untuk mengurangi mikroorganisme patogen pada produk perikanan, termasuk udang. Derajat keasaman adalah indikator utama kualitas udang yang berkaitan dengan rasa dan kesegaran. Umur simpan mengukur seberapa lama udang dapat disimpan sebelum mengalami kerusakan yang signifikan. Kandungan protein penting untuk nilai gizi produk perikanan, sementara kandungan histamin harus dikontrol karena dapat menyebabkan masalah kesehatan jika melebihi ambang batas yang aman.

Penggunaan sinar ultraviolet (UV) merupakan salah satu upaya pengurangan mikroorganisme penyebab kerusakan pada produk pangan. Sinar ultraviolet merupakan gelombang elektromagnetik yang memiliki muatan elektron dengan frekuensi tinggi dengan panjang gelombang 100-400 nm (Koutchma 2014). Menurut (Castell-Perez and Moreira 2021) pemakaian iradiasi dalam dunia pangan telah digunakan secara luas dalam proses preventif atau pengawetan buah segar maupun produk olahan. Sinar ultra violet dapat memotong rantai basa nitrogen pada RNA atau DNA sehingga terjadi kegagalan koding pada sintesis protein, sehingga menyebabkan kematian mikroba atau protozoa. Kandungan protein dalam udang adalah aspek penting dalam pemenuhan kebutuhan gizi manusia. Pengukuran kandungan protein dalam udang menjadi sangat penting karena protein adalah komponen utama dalam makanan laut dan merupakan sumber utama asam amino yang diperlukan oleh tubuh.

Sebagaimana telah dijelaskan dalam makna yang tersirat pada Q. S. Al-Maidah [5] : 96 Allah membolehkan dan menghalalkan kaum mukmin untuk

memakan hewan buruan yang hidup di laut seperti ikan atau hewan lau lainnya sebagai makanan yang lezat :

أَحْلَىٰ لَكُمْ صَيْدُ الْبَحْرِ وَطَعَامُهُ مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِلسَّيَّارَةِ ۚ وَحُرِّمَ عَلَيْكُمْ صَيْدُ الْبَرِّ مَا دُمْتُمْ حُرْمًا ۗ وَاتَّقُوا اللَّهَ  
الَّذِي إِلَيْهِ تُحْشَرُونَ

Artinya : *Dihalalkan bagimu hewan buruan laut dan makanan (yang berasal) dari laut sebagai makanan yang lezat bagimu, dan bagi orang-orang yang dalam perjalanan; dan diharamkan atasmu (menangkap) hewan darat, selama kamu sedang ihram. Dan bertakwalah kepada Allah yang kepada-Nya kamu akan dikumpulkan (kembali).*

Q. S. Al-Maidah [5] : 96 menjelaskan tentang Allah mengizinkan umat beriman untuk mengonsumsi hewan laut yang diperoleh melalui berbagai metode seperti memancing, menjala, atau memukat, termasuk juga sungai, danau, dan kolam. Selain itu, makanan laut seperti ikan atau hewan laut yang sudah mati dan terdampar di pantai diperbolehkan untuk dikonsumsi, baik sebagai hidangan yang lezat bagi orang yang berada di daratan maupun bagi pelaut yang dalam perjalanan. Namun, selama berada dalam status berihram untuk haji atau umrah, dilarang menangkap hewan darat di tanah haram.

Pemanfaatan sinar ultraviolet sudah di gunakan pada beberapa penelitian dan mempunyai dampak yang cukup baik. Seperti pada penelitian (Nasution, Trisnowati, and Putra 2013) untuk mengetahui cara paling optimal untuk memperpanjang umur simpan dan mutu buah stroberi di lakukan lama penyinaran UV-C yaitu 0 menit, 5 menit, 10 menit, dan 15 menit. Pengamatan di lakukan terhadap beberapa variabel kualitas buah stroberi. Hasil dari penelitian tersebut memberikan informasi bahwa untuk lama penyinaran sinar UV-C terhadap umur simpan buah stroberi tidak ada pengaruhnya. Penelitian terdahulu lainnya seperti yang di lakukan oleh (Ansar, Sukmawaty, and Muttalib 2019) yang menggunakan

nira aren sebagai objek penelitiannya. Pada penelitian tersebut nira disimpan dalam coolbox sinar uv dengan variasi daya lampu 3,6, dan watt selama 30,60, dan 90 menit. Nilai pH tersebut diukur dengan pH meter. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwasanya nira aren yang disimpan pada coolbox sinar UV memiliki laju perubahan pH lebih rendah di bandingkan penyimpanan yang tidak menggunakan sinar UV.

Berdasarkan uraian di atas dapat di ketahui bahwasanya paparan sinar UV-C memiliki potensi inovasi dalam pengawetan di bidang pangan. Untuk penelitian terkait pengaruh paparan sinar ultraviolet terhadap kandungan protein dan histmain belum di temukan. Oleh karena itu, peneliti mencoba mengkaji lebih lanjut terkait pemanfaatan paparan sinar UV-C dengan penelitian “Pengaruh Lama Paparan Sinar Ultraviolet C Terhadap Derajat Keasaman, Umur Simpan, Kandungan Protein Dan Kandungan Histamin Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*)” yang di harapkan dapat memberikan informasi dan inovasi terkait pemyimpanan dan kandugan yang di miliki di bidang pangan khususnya bahan pangan yang berasal dari laut yaitu udang.

## **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana pengaruh lama paparan sinar ultraviolet c terhadap derajat keasaman pada udang vannamei (*litopenaeus vannamei*) ?
2. Bagaimana pengaruh lama paparan sinar ultraviolet c terhadap kandungan protein pada udang vannamei (*litopenaeus vannamei*) ?
3. Bagaimana pengaruh lama paparan sinar ultraviolet c terhadap kandungan histamin pada udang vannamei (*litopenaeus vannamei*) ?

### **1.3 Tujuan**

1. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan sinar ultraviolet c terhadap derajat keasaman pada udang vannamei (*litopenaeus vannamei*)
2. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan sinar ultraviolet c terhadap kandungan protein pada udang vannamei (*litopenaeus vannamei*)
3. Untuk mengetahui pengaruh lama paparan sinar ultraviolet c terhadap kandungan histamin pada udang vannamei (*litopenaeus vannamei*).

### **1.4 Manfaat**

1. Untuk memberikan informasi terkait kadar protein pada udang udang vannamei (*litopenaeus vannamei*) setelah terkena paparan sinar UV-C .
2. Untuk memberikan inovasi terkait penyimpanan bahan pangan perikanan seperti udang vannamei (*litopenaeus vannamei*).
3. Untuk memberikan informasi terkait kandungan histamin pada bahan pangan perikanan seperti udang yang dapat menyebabkan alergi.

### **1.5 Batasan Masalah**

1. Sampel yang di gunakan udang jenis *litopenaeus vannamei* dengan umur kurang lebih 3 bulan atau yang siap panen.
2. Sumber radiasi dari sinar UV-C.
3. Variasi lama paparan 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit.
4. Jarak penyinaran 12 cm cm dari sampel dengan variasi intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$   $50 \text{ mW/cm}^2$  ,  $75 \text{ mW/cm}^2$ .

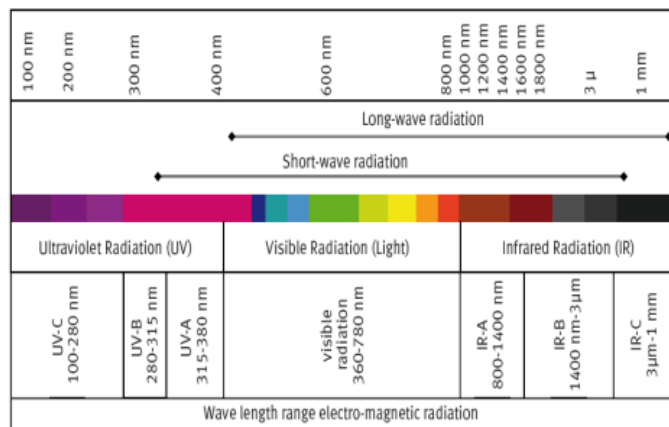


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Sinar Ultraviolet (UV)

Sinar ultraviolet (UV) adalah jenis radiasi yang memiliki kemampuan mematikan mikroorganisme. Sinar UV memiliki panjang gelombang antara 4 nm hingga 400 nm, dengan efektivitas tertinggi dalam mengendalikan mikroorganisme terjadi pada panjang gelombang 365 nm (Fitriyah, Siahaan, and Wahyudi 2022).



Gambar 2.1 Spektrum gelombang sinar UV (Robbins 2008)

Sumber utama sinar UV adalah matahari di mana matahari mengandung semua jenis sinar ultraviolet. Namun, hanya sinar UV-A dan UV-B yang mencapai permukaan Bumi, sementara sinar UV-C diserap oleh lapisan ozon dan tidak memiliki efek apa pun ketika mencapai permukaan Bumi. Berdasarkan panjang gelombangnya, sinar UV dapat dibagi menjadi tiga jenis utama yaitu Sinar UV-A yang memiliki panjang gelombang antara 315-400 nm. Untuk Sinar UV-B Memiliki panjang gelombang antara 280-315 nm. Sedangkan pada Sinar UV-C Memiliki panjang gelombang antara 100-280 nm. Sinar UV memiliki berbagai dampak pada lingkungan dan kesehatan manusia. Sinar UV-A dan UV-B dapat

mempengaruhi kulit dan mata manusia, sedangkan sinar UV-C tidak mencapai permukaan Bumi karena diserap oleh lapisan ozon (Imaizumi et al. 2018).

Radiasi UV memiliki panjang gelombang yang lebih pendek daripada sinar X dan lebih panjang daripada sinar tampak. Secara umum, dalam spektrum radiasi gelombang elektromagnetik, semakin pendek panjang gelombangnya, semakin tinggi daya radiasinya. Oleh karena itu, radiasi ultraviolet memiliki daya radiasi yang lebih rendah daripada sinar X tetapi lebih tinggi daripada sinar tampak (Astuti 2017).

Sumber sinar ultraviolet berasal secara alami dan juga buatan. Sumber alami berasal dari matahari yang menghasilkan spektrum elektromagnetik dengan beragam panjang gelombang. Di sisi lain, sumber buatan sinar ultraviolet adalah lampu fluorescent khusus, seperti lampu merkuri tekanan rendah dan lampu merkuri tekanan sedang. Lampu merkuri tekanan sedang dapat menghasilkan lebih banyak radiasi ultraviolet daripada lampu merkuri tekanan rendah, meskipun lampu merkuri tekanan rendah lebih efisien dalam penggunaan listrik. Pada panjang gelombang 253,7 nm dari lampu merkuri tekanan rendah, terdapat radiasi maksimum yang dapat mematikan mikroorganisme, protozoa, virus, dan alga. Sementara itu, lampu merkuri tekanan sedang menghasilkan radiasi pada panjang gelombang 180-130 nm (Okik Hendriyanto 2010).

Firman Allah SWT yang menjelaskan teori tentang cahaya terdapat dalam Q.S An-Nur ayat 35 :

اللَّهُ نُورُ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ مِثْلُ نُورِهِ ۖ كَمِشْكُوتٍ فِيهَا مِصْبَاحٌ الْمِصْبَاحُ فِي زُجَاجَةٍ الزُّجَاجَةُ كَأَنَّهَا  
 كَوْكَبٌ دُرِّيٌّ يُوقَدُ مِنْ شَجَرَةٍ مُبْرَكَةٍ زَيْتُونَةٍ لَا شَرْقِيَّةٍ وَلَا غَرْبِيَّةٍ يَكَادُ زَيْتُهَا يُضِيءُ وَلَوْ لَمْ تَمْسَسْهُ نَارٌ  
 نُورٌ عَلَى نُورٍ يَهْدِي اللَّهُ لِنُورِهِ ۗ مَنْ يَشَاءُ وَيَضْرِبُ اللَّهُ الْأَمْثَالَ لِلنَّاسِ وَاللَّهُ بِكُلِّ شَيْءٍ عَلِيمٌ ﴿٣٥﴾

*Artinya: "Allah (Pemberi) cahaya (kepada) langit dan bumi. Perumpamaan cahaya Allah, adalah seperti sebuah lubang yang tak tembus, yang di dalamnya ada pelita besar. Pelita itu di dalam kaca (dan) kaca itu seakan-akan bintang (yang bercahaya) seperti mutiara, yang dinyalakan dengan minyak dari pohon yang berkahnya, (yaitu) pohon zaitun yang tumbuh tidak di sebelah timur (sesuatu) dan tidak pula di sebelah barat(nya), yang minyaknya (saja) hampir-hampir menerangi, walaupun tidak disentuh api. Cahaya di atas cahaya (berlapis-lapis), Allah membimbing kepada cahaya-Nya siapa yang dia kehendaki, dan Allah memperbuat perumpamaan-perumpamaan bagi manusia, dan Allah Maha Mengetahui segala sesuatu." (Q.S An-Nur:35)*

Tafsir Quraish Shihab pada ayat tersebut mengandung penjelasan yang mendalam tentang makna "An-Nur" (cahaya) dalam konteks ayat. Dalam tafsir tersebut, disebutkan bahwa Allah SWT adalah sumber segala cahaya di langit dan bumi. Dialah yang menerangi keduanya dengan cahaya yang bersifat materi dan dapat terlihat oleh kita. Namun, cahaya yang dimaksudkan dalam ayat ini bukanlah cahaya empirik yang kasat mata.

Selanjutnya, tafsir menjelaskan tentang kejelasan cahaya-Nya yang agung dan bukti-buktinya yang mengagungkan, seperti cahaya sebuah lampu yang menerangi. Lampu tersebut mengumpulkan cahaya, membiaskan cahaya (refraksi), dan memantulkan cahaya (refleksi), serupa dengan konsep fisika cahaya yang kita kenal. Selain itu, ada perbandingan dengan sinar UV-C yang memiliki tiga tingkatan panjang gelombang. Poin utama yang disampaikan adalah bahwa alam semesta ini adalah bukti-bukti materi dan maknawi yang menjelaskan kebesaran Allah. Cahaya dan cahaya di atas cahaya yang disebutkan dalam ayat menjadi

tanda-tanda yang jelas yang menghilangkan keraguan tentang keberadaan Allah dan kewajiban beriman kepada-Nya.

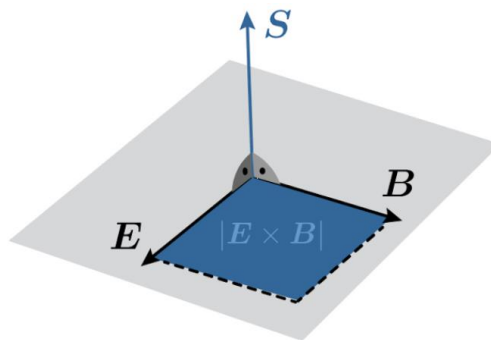
Penjelasan ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana Penjelasan ini memberikan pemahaman yang mendalam tentang bagaimana ayat tersebut mengandung makna yang lebih dalam dan melampaui makna harfiahnya, mengajak pemahaman tentang kebesaran Allah dan alam semesta yang diciptakan-Nya.

### **2.1.1 Intensitas Sinar Ultraviolet**

Intensitas sinar ultraviolet adalah sangat terkait dengan konsep vektor pointing. Karakteristik mendasar gelombang elektromagnetik adalah kemampuannya untuk mentransfer energi dari satu titik ke titik lainnya. Untuk mengukur banyaknya energi yang bergerak melalui unit waktu dan unit luas dalam gelombang elektromagnetik, kita menggunakan vektor  $S$ . Dengan kata lain, vektor  $S$  adalah alat untuk mengukur aliran energi dalam gelombang elektromagnetik dan menjelaskan bagaimana energi tersebut berpindah dari satu tempat ke tempat lain (Halliday 1993).

Energi foton memiliki kemampuan untuk memengaruhi metabolisme seluler ketika berinteraksi dengan selaput jaringan. Interaksi ini dapat mengakibatkan berbagai reaksi, termasuk fotokimia, koagulasi, vaporsi, fototermal, fotoablasi, dan fotodistribusi. Penting untuk dicatat bahwa jenis reaksi yang terjadi bergantung pada intensitas cahaya dan durasi interaksi foton dengan selaput jaringan. Dalam kata lain, intensitas dan waktu paparan cahaya menjadi faktor penentu dalam menentukan reaksi yang terjadi saat foton berinteraksi dengan selaput jaringan, seperti pada penjabaran (Jara et al. 2021) :

- a) Intensitas  $10^3 \text{ mW/cm}^2 - 100 \text{ mW/cm}^2$  dengan waktu 100detik –  $10^3$  detik terjadi efek fotokimia.
- b) Intensitas  $100 \text{ mW/cm}^2 - 10^3 \text{ mW/cm}^2$  dengan waktu  $10^{-3}$  detik –  $10^3$  detik terjadi koagulasi dan vaporsi.
- c) Intensitas  $10^3 \text{ mW/cm}^2 - 108 \text{ mW/cm}^2$  dengan waktu  $10^{-9}$  detik –  $10^{-4}$  detik terjadi efek termal dan fotoablasi.
- d) Intensitas  $10^9 \text{ mW/cm}^2 - 10^{13} \text{ mW/cm}^2$  dengan waktu  $10^{-14}$  detik –  $10^{-19}$  detik terjadi efek fotodistribusi.



Gambar 2.2 Arah *Vector Poynting*

Hubungan antara intensitas sinar UV dan teori *vector Poynting* erat. *Vector Poynting* adalah representasi dari tingkat energi yang dilewati oleh gelombang dalam satu satuan waktu dan satu satuan luas penampang medium. *Vector Poynting* yang memiliki nilai tinggi mencerminkan intensitas gelombang elektromagnetik yang tinggi yang membedakan *Vector Poynting* dari intensitas gelombang adalah bahwa *Vector Poynting* merupakan vektor yang menggambarkan arah perambatan gelombang dan tingkat kerapatan energi gelombang per satuan waktu, sedangkan intensitas gelombang adalah besaran skalar (*Polymer Optical Fibres 2017*). *Vector polynting* dapat di definisikan sebagai berikut :

$$\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H} \quad (2.1)$$

Keterangan :

$S$  = vektor Poynting (watt/meter<sup>2</sup>)

$E$  = medan listrik (KV/m)

$H$  = Hamilton yang bernilai  $\frac{B}{\mu}$

$B$  = Medan Magnet (Weber/meter<sup>2</sup>)

Sehingga ,

$$S = \frac{1}{\mu_0} E \times B \quad (2.2)$$

Dimana,

Bidang nyata yang terkait dengan medan listrik gelombang bidang yaitu (Ware and Peatross 2015)

$$E = \frac{1}{2} [E_0 e^{i(k.r-\omega t)} + E_0 e^{-i(k.r-\omega t)}] \quad (2.3)$$

Dan

$$B = \frac{1}{2} \left[ \frac{K \cdot E}{\omega} e^{i(k.r-\omega t)} + \frac{K^* \cdot E_0^*}{\omega} e^{-i(k.r-\omega t)} \right] \quad (2.4)$$

Keterangan :

$E$  = medan listrik (KV/m)

$B$  = Medan Magnet (Weber/meter<sup>2</sup>)

$K$  = ketetapan gelombang ( $m^{-1}$ )

$r$  = jara titik sumber

$\omega$  = frekuensi sudut

Substitusi persamaan di atas dilakukan untuk menghitung vektor Poynting per satuan waktu (Ware and Peatross 2015):

$$\langle S \rangle_t = \hat{u} \frac{n \epsilon_0 c}{2} (|E_{0x}|^2 + |E_{0y}|^2 + |E_{0z}|^2) E^{-2 \frac{k\omega}{c} \hat{u} \cdot r} \quad (2.5)$$

Menurut intuisi umum, aliran energi dalam gelombang elektromagnetik mengikuti arah perambatannya, dengan intensitas energi bergerak sejalan dengan vektor  $\hat{u}$  atau  $k$ . Dalam banyak kasus, intensitas ini dapat dinyatakan sebagai fungsi dari jarak ( $r$ ) dari sumber gelombang. Ini sesuai dengan hubungan yang dijelaskan dalam penelitian oleh Peatross dan Michael yang menyatakan bahwa intensitas energi gelombang elektromagnetik dapat dinyatakan sebagai  $-2 \left( \frac{k\omega}{c} \right) \hat{u} \cdot r \cong 0$  dalam kata lain, intensitas energi cenderung menurun seiring dengan peningkatan jarak dari sumber gelombang. Penjelasan tersebut menggambarkan bagaimana energi dalam gelombang elektromagnetik mengalir sejalan dengan arah perambatan gelombang, dan intensitas energi dapat mengalami perubahan dengan jarak dari sumbernya (Ware and Peatross 2015).

$$I = \frac{n \epsilon_0 c}{2} \mathbf{E}_0 \cdot \mathbf{E}_0^* = \frac{n \epsilon_0 c}{2} (|E_{0x}|^2 + |E_{0y}|^2 + |E_{0z}|^2) \quad (2.6)$$

Keterangan :

$I$  = Intensitas cahaya ( $W/cm^2$ )

$n$  = Indeks bias

$\epsilon_0$  = Permeabilitas (F/m)

$c$  = Cepat rambat gelombang ( $3 \times 10^8$  m/s)

Energi foton memiliki peran penting dalam semua spektrum elektromagnetik, tidak terbatas pada panjang gelombang tertentu. Ketika cahaya diserap oleh suatu zat, terjadi transformasi energi foton cahaya menjadi energi foton lainnya dalam materi tersebut.

## **2.2 Sinar Ultraviolet C**

Sinar UV-C adalah teknologi pengawetan non-termal yang menjanjikan untuk industri perikanan karena pemasangan dan pemeliharaannya yang ekonomis. Ini memungkinkan perpanjangan umur simpan udang dan menjaga keamanan pangan tanpa mengganggu karakteristik fisikokimia atau rasa udang jika dosisnya tepat. Namun, masih ada kekurangan pengetahuan dalam literatur dan tantangan dalam menerapkannya secara industri. Penerapan teknologi UV-C ini dapat membantu industri perikanan dalam menjaga kualitas dan keamanan produk mereka dengan cara yang efisien dan ekonomis (Monteiro et al. 2021).

### **2.2.1 Interaksi Radiasi UV-C Terhadap Materi**

Radiasi sinar ultraviolet-c (UV-C) termasuk dalam kategori radiasi non-pengion, di mana energi yang dipancarkan saat melalui suatu medium mengalami proses penyerapan. Ini berarti sinar UV-C tidak memiliki kemampuan untuk menyebabkan ionisasi dalam media atau materi yang terkena paparan. Sebaliknya, terjadi proses absorpsi, di mana cahaya UV-C berinteraksi dengan atom dalam materi, dan energi dari cahaya tersebut diserap oleh atom-atom tersebut. Teori Maxwell dalam elektromagnetisme menegaskan bahwa laju gelombang cahaya dalam ruang bebas memiliki nilai yang tetap, yang dinyatakan sebagai kecepatan  $c$ . Nilai ini berlaku dalam seluruh spektrum elektromagnetik, termasuk spektrum sinar ultraviolet. Ini berarti bahwa cahaya UV-C juga memiliki kecepatan  $c$  yang sama. Dengan kata lain, Selain itu, kecepatan cahaya UV-C juga nilai kecepatan  $c$  dalam teori UV-C adalah bentuk radiasi elektromagnetik yang tidak mampu mengionisasi materi tetapi dapat menyebabkan penyerapan energi oleh atom dalam materi yang



terkena elektromagnetik. Hal ini konsisten dengan menggambarkan sifat dasar sinar UV-C dalam interaksi dengan materi. Penjelasan tersebut dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Halliday 1993) :

$$c = v \cdot \lambda \quad (2.8)$$

Keterangan :

$c$  = laju cahaya

$v$  = frekuensi

$\lambda$  = panjang gelombang dari berbagai jenis sinar

### **2.2.2 Mekanisme desinfeksi pada materi**

Radiasi UV-C dengan panjang gelombang 254 nm merupakan metode yang aman untuk sterilisasi makanan dan lingkungan serta efektif dalam membersihkan permukaan dan air. Sinar UV-C dalam rentang panjang gelombang 250-260 nm digunakan sebagai teknologi yang dapat mematikan berbagai jenis mikroorganisme, termasuk bakteri, jamur, ragi, virus, protozoa, dan ganggang. Mekanisme kerja UV-C didasarkan pada kemampuannya merusak DNA mikroorganisme. Ini terjadi dengan mempromosikan pembentukan basa timin yang berdekatan dalam DNA mikroorganisme. Ketika basa timin berdekatan ini bergabung, mereka membentuk apa yang disebut sebagai timin dimer. Terbentuknya timin dimer ini menghambat kemampuan DNA mikroorganisme untuk melakukan replikasi, yang pada gilirannya mengganggu fungsi mikroorganisme dan dapat menyebabkan kematian (Corrêa et al. 2020).

Kebanyakan fotokimia yang terjadi di alam pada atau dekat permukaan bumi adalah hasil dari radiasi tampak atau ultraviolet; hanya sebagian kecil

kasus yang melibatkan radiasi inframerah-dekat. Radiasi inframerah pada panjang gelombang yang merupakan karakteristik getaran fundamental . Fotokimia yang terjadi di alam pada atau dekat permukaan bumi disebabkan oleh fluks matahari yang sampai di sana. Distribusi spektral radiasi ini berkisar dari sekitar 350 nm hingga panjang gelombang yang lebih panjang. Proses fotokimia pada sinar ultraviolet (UV) yang memengaruhi mikroorganisme melibatkan sejumlah mekanisme penting. Ketika mikroorganisme terpapar sinar UV, Mikroorganisme menyerap sinar UV pada berbagai panjang gelombang. Proses ini merangsang elektron dalam molekul mikroorganisme untuk bergerak ke tingkat energi yang lebih tinggi. Elektron yang terangsang bergerak ke tingkat energi yang lebih tinggi, membawa energi tambahan. Energi ini dapat digunakan dalam berbagai proses fotokimia. Salah satu mekanisme utama adalah kerusakan DNA mikroorganisme. Sinar UV dapat menyebabkan perubahan pada struktur DNA, seperti pembentukan dimer pirimidin, yang mengganggu proses replikasi dan transkripsi DNA. Hal ini dapat menghentikan pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme(Wittig 2003). Proses fotokimia pada sinar UV yang dapat membunuh bakteri merujuk pada reaksi kimia yang terjadi ketika bakteri terpapar sinar ultraviolet (UV) dengan panjang gelombang tertentu. Proses ini memiliki dua komponen utama:

1. Fotosensitizer: Terdapat zat kimia yang disebut fotosensitizer yang hadir dalam lingkungan di mana bakteri terpapar sinar UV. Fotosensitizer dapat berupa senyawa organik atau logam yang dapat menyerap sinar UV dan mentransfer energinya ke bakteri. Fotosentizer merupakan Senyawa kromofor yang mampu menyebabkan reaksi yang

diinduksi cahaya pada molekul lain yang tidak menyerap cahaya (Niemz 2004)

2. Reaksi Fotokimia: Kelompok interaksi fotokimia bermula dari pengamatan empiris bahwa cahaya dapat menginduksi efek dan reaksi kimia dalam makromolekul (Niemz 2004). Ketika bakteri menyerap sinar UV melalui fotosensitizer, energi dari sinar UV dapat merangsang reaksi kimia dalam bakteri. Ini dapat merusak DNA bakteri atau komponen seluler lainnya. Reaksi ini dapat mengganggu fungsi sel bakteri dan dalam beberapa kasus menyebabkan kematian bakteri.

Proses fotokimia ini telah digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sterilisasi air, pengolahan limbah, dan disinfeksi permukaan. Sinar UV-C adalah salah satu yang paling efektif dalam membunuh bakteri, termasuk bakteri patogen yang menyebabkan penyakit. Sinar UVC memiliki kemampuan untuk menghancurkan materi genetik mikroba, yaitu DNA/RNA, dengan cara mendimerisasi pirimidin, terutama timin dan urasil, yang terdapat dalam asam nukleat. Sinar UV-C bekerja dengan merusak DNA bakteri, menghentikan kemampuan reproduksi dan pertumbuhan bakteri (Bhardwaj et al. 2021).

### **2.3 Lampu Ultraviolet**

Sinar ultraviolet (UV) adalah spektrum cahaya elektromagnetik dengan panjang gelombang yang lebih pendek dari sinar cahaya terlihat, dengan rentang panjang gelombang sekitar 100 nanometer (nm) hingga 400 nm. Dalam konteks penyimpanan udang, sinar UV dapat digunakan untuk berbagai tujuan, terutama dalam pengendalian pertumbuhan mikroorganisme dan mempertahankan kualitas produk. Lampu UV dapat bertindak sebagai alat untuk mengatasi hal tersebut

memancarkan ion listrik yang dapat membunuh mikroorganisme patogen dan nonpatogen (Harjunowibowo 2010). Sinar UV-C merupakan metode pengawetan non-termal yang menjanjikan dalam industri perikanan berkat kemudahan penggunaannya dan biaya pemasangan serta pemeliharannya yang terjangkau. Lebih lanjut, teknologi ini dapat menjamin keselamatan produk perikanan dan memperpanjang masa simpan ikan tanpa mengganggu karakteristik fisikokimia dan sensorik, asalkan dosis yang tepat diterapkan (Monteiro et al. 2021).

Sinar UV-C dengan panjang gelombang sekitar 254 nm dapat digunakan dalam penyimpanan udang untuk membunuh mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, dan jamur. Ini membantu mempertahankan kebersihan dan kesegaran udang. Sinar UV-C juga dapat digunakan untuk mengendalikan pertumbuhan mikroba yang dapat menyebabkan kerusakan pada udang selama penyimpanan. Ini membantu memperpanjang umur simpan udang. Dalam beberapa kasus, sinar UV dapat digunakan sebagai bagian dari proses pemrosesan udang, seperti pembersihan dan desinfeksi sebelum penyimpanan atau pengiriman .

## **2.4 Udang vanamei**

### **2.4.1 Klasifikasi Udang Vanamei**

Udang vannamei termasuk dalam kelompok crustacea dengan ordo decapoda, sama seperti udang, lobster, dan kepiting. Udang vannamei merupakan salah satu sejenis udang yang termasuk dalam kelompok crustacea dan ordo decapoda, dengan karakteristik tertentu seperti jumlah kaki dan perkembangan larva yang unik. Decapoda memiliki ciri khas dengan memiliki 10 kaki dan carapace yang melindungi kepala. Udang paneid, termasuk udang vannamei, memiliki perbedaan dengan decapoda lainnya. Perkembangan larva

udang vannamei dimulai dari stadia naupli, dan betina menyimpan telur dalam tubuhnya (Haliman and Adijaya 2005).

Kingdom : Animalia

Sub kingdom : Metazoa

Filum : Arthropoda

Sub filum : Crustacea

Kelas : Malacostraca

Sub kelas : Eumalacostraca

Super ordo : Eucarida

Ordo : Decapoda

Sub ordo : Dendrobrachiata

Infra ordo : Penaeidea

Super famili : Penaeioidea

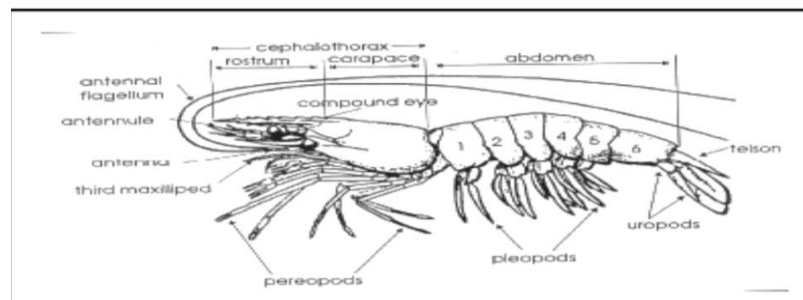
Famili : Penaeidae

Genus : *Litopenaeus*

Spesies : *Litopenaeus vannamei*.

#### **2.4.2 Morfologi udang *Litopenaeus vannamei***

Tubuh udang vannamei terdiri dari dua bagian utama, yakni kepala dan badan. Bagian kepala yang melekat pada bagian dada disebut cephalothorax, yang terdiri dari 13 ruas, dengan 5 ruas terletak pada bagian kepala dan 8 ruas di bagian dada. Sementara bagian badan atau abdomen memiliki 6 ruas, dan tiap ruasnya memiliki sepasang anggota badan yang beruas-ruas juga, yang berfungsi sebagai kaki renang. Bagian belakang keenam memiliki empat lembar ekor kipas dan satu telson yang berbentuk runcing (Wyban and Sweeney 1991).



Gambar 2.3 Morfologi udang vannamei (Wyban and Sweeney 1991)

Udang Vannamei, yang termasuk dalam genus *Penaeus*, dapat dikenali melalui ciri-ciri seperti keberadaan gigi pada bagian atas dan bawah rostrumnya, dengan dua gigi ventral di rostrum dan sekitar 8-9 gigi dorsal. Selain itu, udang ini memiliki antena yang panjang.

Kepala udang Vannamei terdiri dari antena, antenula, dan tiga pasang maxilliped. Di kepala juga terdapat tiga pasang maxilliped dan lima pasang kaki berjalan (periopoda). Maxilliped telah mengalami modifikasi dan berfungsi sebagai organ makanan. Pada ujung periopoda, terdapat ruas-ruas yang berbentuk capit (dactylus) yang hadir pada kaki pertama, kedua, dan ketiga sebanyak delapan buah. Abdomen terdiri dari enam ruas, dan di bagian abdomen, terdapat lima pasang kaki renang (pleopoda) dan sepasang uropods (ekor) yang membentuk kipas bersama dengan telson.

### 2.4.3 Kandungan gizi Udang

#### 2.4.3.1 Kandungan protein

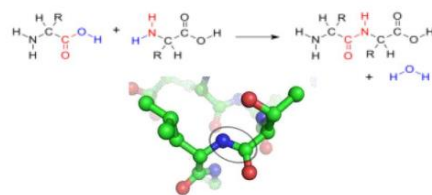
Protein adalah senyawa alami yang paling umum ditemukan dalam tubuh makhluk hidup berdasarkan berat keringnya (Subandiyono and Hastuti 2016). Protein terbentuk melalui ikatan peptida yang menghubungkan sejumlah besar asam amino dalam rantai panjang, membentuk struktur kompleks yang dikenal sebagai protein. Komposisi kimia dari protein meliputi nitrogen (dalam kisaran

12-19%, dengan asumsi rata-rata sekitar 16%), belerang (0-2%), karbon (50-55%), oksigen (22-26%), dan hidrogen. Hal ini menunjukkan bahwa protein adalah senyawa yang mengandung elemen kunci seperti nitrogen, yang penting untuk mengidentifikasi protein.

Dengan kata lain, protein adalah struktur biologis yang terbentuk dari asam amino yang dihubungkan oleh ikatan peptida, dan komposisi kimianya mencakup beberapa elemen utama seperti nitrogen, karbon, oksigen, hidrogen, dan belerang. Protein memiliki peran penting dalam berbagai fungsi biologis dalam tubuh makhluk hidup.

Protein adalah salah satu jenis makronutrien yang penting dalam gizi (Wahjuni 2014). Dalam tubuh, protein memiliki peran kunci dalam beberapa fungsi vital, termasuk dalam sistem saraf, pertahanan tubuh melalui zat imun dan antibodi, regulasi metabolisme melalui hormon, pengangkutan oksigen melalui hemoglobin, serta berbagai reaksi biokimia yang mendukung fungsi tubuh yang sehat.

Molekul protein dibentuk oleh rangkaian asam amino yang dihubungkan melalui ikatan peptida. Gambaran struktur ikatan peptida dapat dilihat pada ilustrasi di bawah ini. Protein adalah elemen penting dalam memelihara kesehatan tubuh dan menjalankan beragam proses biologis yang mendukung kehidupan.



Gambar 2.4 Struktur Ikatan Peptida(Damongilala 2021)

Protein adalah makromolekul yang sangat sensitif terhadap perubahan baik dari segi aktivitas biologis maupun struktur fisiknya. Beberapa faktor yang mampu memengaruhi perubahan pada sifat-sifat protein ini termasuk tingkat keasaman (pH), suhu atau panas, jenis pelarut, logam berat, garam, dan paparan radiasi dari sumber radioaktif (Damongilala 2021). Kebanyakan protein larut dalam air, namun kurang efisien dalam melarutkan dalam pelarut berbasis lemak, seperti etil eter. Penambahan garam ke dalam larutan protein dapat mengurangi kelarutannya, yang mengakibatkan terbentuknya endapan protein. Pengaruh panas juga dapat menyebabkan denaturasi atau penggumpalan protein (Damongilala 2021). Hal ini menunjukkan bahwa perubahan dalam faktor-faktor ini dapat memengaruhi sifat dan stabilitas protein, yang memiliki implikasi besar dalam berbagai aplikasi dan proses biologis.

#### **2.4.3.2 Kandungan Histamin**

Histamin adalah senyawa biologis yang dapat ditemukan dalam makanan laut, termasuk udang. Ini merupakan hasil dari dekomposisi protein tertentu dalam makanan laut, terutama ikan dan seafood. Histamin juga merupakan produk sampingan dari metabolisme asam amino histidin. Kandungan histamin dalam makanan laut, seperti udang, dapat bervariasi tergantung pada sejumlah faktor, termasuk kesegaran, penyimpanan, dan penanganan. Histamin dalam makanan laut dapat menjadi perhatian kesehatan karena konsumsi histamin berlebih dapat menyebabkan reaksi alergi yang dikenal sebagai keracunan histamin. Oleh karena itu, penting untuk memahami dan mengelola kandungan histamin dalam makanan laut dengan cermat (Oktariani et al. 2022). Amina biogenik diproduksi dalam makanan laut yang



mengalami pembusukan melalui proses dekarboksilasi asam amino bebas oleh mikroba. Histamin, yang merupakan racun utama yang dapat menyebabkan keracunan makanan laut, dihasilkan melalui transformasi histidin bebas oleh bakteri yang memiliki enzim histamin dekarboksilase (Dhillon and Surindara Kaura 2016).

Kontaminasi pada produk perikanan seringkali menjadi penyebab kasus infeksi atau keracunan, baik oleh mikroba patogen yang menyebabkan infeksi maupun oleh mikroba yang menghasilkan toksin (PERIKANAN, n.d.-b). Salah satu bentuk keracunan yang terjadi karena intoksikasi adalah keracunan histamin. Kondisi terkait histamin ini adalah salah satu dari tiga masalah kesehatan masyarakat yang sering muncul dalam makanan laut (Januar 2009). Dalam keracunan histamin, makanan laut yang terkontaminasi bakteri pembentuk histamin dapat menghasilkan histamin dalam jumlah berbahaya jika tidak disimpan atau ditangani dengan benar. Histamin ini dapat menyebabkan gejala seperti sakit perut, mual, muntah, diare, dan ruam kulit jika dikonsumsi.

Keracunan histamin, yang dikenal sebagai Histamine Fish Poisoning (HFP), terjadi ketika seseorang mengonsumsi ikan atau produk perikanan yang mengandung histidin bebas. Histidin bebas ini berperan sebagai prekursor histamin, yang jika dikonsumsi dapat menyebabkan keracunan pada manusia (Setyarini, Lestari, and Rahayuningsih 2019). Setelah ikan mati, enzim dari bakteri yang tumbuh dalam ikan dapat dengan cepat mengkatalisis reaksi yang menghasilkan amina biogenik, termasuk histamin, yang bersifat toksin. Oleh karena itu, ketika ikan tidak disimpan atau ditangani dengan baik, histamin

dapat terbentuk dalam jumlah yang berbahaya (Setyarini, Lestari, and Rahayuningsih 2019).

Ikan yang masih segar cenderung memiliki kandungan histamin yang rendah, biasanya kurang dari 10 ppm (*Code of Practice for Fish and Fishery Products* 2020). Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 2729 Tahun 2013 (Indonesia 2013) mengatur bahwa syarat mutu dan keamanan produk ikan segar membatasi kadar histamin maksimum menjadi 100 mg/kg atau setara dengan 100 ppm (Setyarini, Lestari, and Rahayuningsih 2019). Hal ini bertujuan untuk memastikan keamanan konsumen dan mencegah keracunan histamin akibat produk perikanan yang mengandung histamin dalam jumlah berbahaya.

Penting untuk dicatat bahwa udang, seperti ikan, adalah produk yang rentan mengalami pembusukan. Kebusukan dan kerusakan pada produk perikanan memiliki kaitan dengan peningkatan kadar histamin. Keracunan histamin tidak hanya disebabkan oleh kelompok ikan yang secara alami mengandung histamin, tetapi juga dapat terjadi pada ikan yang memiliki mutu yang kurang segar dan histamin terbentuk selama proses pengolahan ikan. Semakin tinggi tingkat kerusakan pada ikan, semakin banyak histamin yang dapat terbentuk dalam produk perikanan tersebut (Mauliyani, Wibowo, and Rianto 2016)

Dalam hal ini, penting untuk menjaga kualitas dan kesegaran produk perikanan seperti udang untuk mencegah pembentukan histamin dalam jumlah yang berbahaya. Histamin dapat menyebabkan keracunan makanan jika dikonsumsi dalam konsentrasi yang tinggi. Oleh karena itu, praktik-praktik

yang baik dalam pengolahan, penyimpanan, dan distribusi produk perikanan sangat penting untuk memastikan keamanan konsumen.

Kegiatan enzim L-Histidine Decarboxylase (HDC) memainkan peran utama dalam pembentukan histamin dalam ikan. Beberapa jenis bakteri yang termasuk dalam kelompok Enterobacteriaceae, seperti *Enterobacter agglomerans*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter intermedium*, *Hafnia alvei*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Morganella morganii*, mampu menghasilkan enzim HDC. Enzim HDC ini berperan dalam mengkatalisis konversi histidin menjadi histamin dalam ikan (Mangunwardoyo, Sophia, and Heruwati 2010).

Dalam konteks ini, pemahaman tentang peran enzim HDC dan bakteri-bakteri yang menghasilkannya penting untuk mengendalikan pembentukan histamin dalam produk perikanan. Histamin adalah senyawa yang berpotensi berbahaya jika terbentuk dalam jumlah yang tinggi dan dapat menyebabkan keracunan makanan jika dikonsumsi. Oleh karena itu, praktik-praktik pengolahan ikan yang meminimalkan aktivitas enzim HDC dan pertumbuhan bakteri pembentuk histamin menjadi kunci dalam menjaga keamanan produk perikanan.

## 2.5 Derajat keasamaan (pH)

pH adalah parameter yang digunakan untuk mengukur tingkat keasaman atau alkali dalam sebuah larutan, diukur dalam skala antara 0 hingga 14. Dalam definisi alternatif, pH merupakan logaritma negatif dari aktivitas ion hidrogen dalam larutan, yang dapat dijelaskan dengan persamaan berikut (Astria, Subito, and Nugraha 2014) :

$$pH = -\log[H^+] \quad (2.9)$$

Jika konsentrasi ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ) lebih tinggi daripada konsentrasi ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ), maka suatu substansi bersifat basa dan memiliki nilai pH di atas 7. Sebaliknya, jika konsentrasi ion hidrogen ( $\text{H}^+$ ) lebih tinggi daripada konsentrasi ion hidroksida ( $\text{OH}^-$ ), maka substansi tersebut bersifat asam dan memiliki nilai pH di bawah 7 (Astria, Subito, and Nugraha 2014).

pH adalah ukuran tingkat keasaman atau kebasaan dalam produk perikanan. Perubahan pH dalam produk perikanan dapat memengaruhi rasa, tekstur, dan kesegaran produk tersebut. Produk perikanan yang terlalu asam atau terlalu basa dapat memiliki rasa yang tidak diinginkan. Selain itu, pH juga memengaruhi aktivitas enzim dan mikroorganisme dalam produk perikanan. pH yang tepat dapat membantu memperlambat pertumbuhan bakteri berbahaya dan memperpanjang umur simpan produk (Pramono et al. 2018). pH udang dapat mengalami perubahan selama penyimpanan. Sebagai contoh, pada penyimpanan udang dalam suhu yang lebih tinggi seperti penyimpanan es, pH udang dapat meningkat selama beberapa hari penyimpanan. Perubahan pH selama penyimpanan dapat memengaruhi rasa dan tekstur udang. Oleh karena itu, kontrol pH yang baik dapat membantu menjaga kualitas produk udang selama penyimpanan (Kustyawati et al. 2021).

## **2.6 Proses pembusukan pada udang**

Udang adalah pilihan makanan kaya asam lemak dan protein berkualitas tinggi, dengan sedikit kandungan karbohidrat. Selain itu, udang juga merupakan sumber nutrisi penting seperti vitamin B3, folat, kalsium, magnesium, fosfor, dan kalium. Konsumsi udang menjadi bagian integral dari pola makan yang seimbang dan bergizi, terutama untuk individu yang mengutamakan asupan protein tinggi dan kalori rendah dalam diet mereka (Jia et al. 2018).

Udang normal kaya akan udara, asam amino bebas, dan asam lemak tak jenuh, yang menimbulkan rasa dan bau yang tidak enak dan membuat udang lebih rentan terhadap degradasi dibandingkan makanan otot lainnya. Tiga mekanisme degradasi utama udang adalah aksi autolitik enzimatis, transmisi mikroba, dan oksidasi lipid (García-Soto et al. 2015). Perubahan autolitik terutama disebabkan oleh enzim proteolitik, dimana enzim endogen menggunakan protein dan peptida sebagai substrat dan berubah menjadi senyawa nitrogen dan menyebabkan pelunakan jaringan (Ashie et al. 1996). Perubahan autolisis terjadi segera setelah hewan mati ketika tidak ada pengobatan pengawet yang diterapkan. Daging udang whiteleg memperlihatkan aktivitas autolitik dengan nilai maksimal pada suhu 35 °C pada pH asam, dan proteinase aspartik mendominasi autolisis otot udang (Eakpetch et al. 2008).

Kandungan tinggi asam lemak tak jenuh dalam makanan laut membuatnya lebih rentan terhadap oksidasi lemak dibandingkan dengan produk daging lainnya. Kondisi ini diperparah oleh tingginya tingkat ketidakjenuhan asam lemak dalam makanan laut. Makanan laut sering mengandung jumlah yang signifikan dari jenis asam lemak tak jenuh ini. Oksidasi lemak ini juga dapat dipercepat oleh lipoksigenase, yang bisa hadir dalam jaringan makanan laut atau berasal dari mikroba dalam makanan. Hidroperoksida yang terbentuk selama oksidasi lemak sendiri sebenarnya tidak memiliki aroma yang tidak sedap. Namun, mereka dapat terurai menjadi senyawa volatil dengan berat molekul lebih rendah, termasuk alkohol, aldehida, dan keton, yang menyebabkan munculnya bau tidak sedap. Ini adalah perubahan kimia yang dapat mempengaruhi kualitas rasa makanan laut (*Fennema's Food Chemistry, Fifth Edition 2017*)

Setelah makhluk hidup mati, bakteri mulai menyerang jaringannya, dan metabolit serta enzim yang dihasilkan oleh bakteri secara signifikan mempercepat proses pembusukan. Organisme mikro yang terlibat dalam pembusukan sering disebut sebagai "organisme pembusuk spesifik" (SSO) (Boziaris, Kordila, and Neofitou 2011). SSO umumnya hadir dalam jumlah kecil pada awal proses pembusukan, tetapi mereka mendominasi populasi mikroba pada tahap akhir (Boziaris, Kordila, and Neofitou 2011). Jenis SSO yang terlibat dalam pembusukan makanan laut sangat tergantung pada lingkungan tempat makhluk tersebut hidup dan kondisi penyimpanan makanan. Pada makanan laut yang disimpan dalam suhu rendah, SSO utama meliputi bakteri gram negatif psikrotrofik, seperti *Pseudomonas* spp., *Shewanella putrefaciens*, *Aeromonas* spp., dan *Photobacterium fosforeum*. Bakteri-bakteri ini bertanggung jawab atas pembentukan senyawa yang secara signifikan memengaruhi kualitas dan keselamatan makanan laut. Misalnya, *Pseudomonas* spp. dapat menyebabkan pembentukan senyawa sulfida yang mudah menguap, alkohol seperti 3-metil-1-butanol dan 1-penten-3-ol, serta keton seperti 2-butanon, yang menyebabkan bau yang tidak sedap seperti basi dan busuk. *Shewanella putrefaciens* juga dapat menghasilkan senyawa amina dan hidrogen sulfida (Odeyemi et al. 2018).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini merupakan eksperimen dengan variabel yang telah di hendaki, karena data yang akan di peroleh bersifat data yang di ambil dari objek penelitian untuk memperoleh data pengamatan terkait pengaruh sinar ultraviolet c (uv-c) terhadap pengaruh lama paparan sinar ultraviolet c terhadap derajat keasaman, kandungan protein dan kandungan histamin pada udang vannamei (*litopenaeus vannamei*).

#### **3.2 Waktu Dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini di lakukan di laboratorium riset biofisika Jurusan Fisika, Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

#### **3.3 Alat dan Bahan**

##### **3.3.1 Alat Penelitian**

Adapun Alat Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

1. Lampu UV Panjang gelombang 185-265 nm
2. Spektrometer UV-Vis
3. Luxx Meter
4. Alat Soxhlet lengkap
5. pH meter
6. Mortal dan alue
7. Timbangan Digital
8. Tabung reaksi
9. Buret 100 MI
10. Rak tabung reaksi
11. Vial
12. Vortex
13. Gelas ukur 250 ml
14. Erlemeyer 250 ml
15. Gunting

- |                      |                        |
|----------------------|------------------------|
| 16. Corong kaca      | 20. Hot plate strirrer |
| 17. Pipet tetes      | 21. Stopwatch          |
| 18. Pipet ukur 10 ml | 22. Saringan           |
| 19. Pipet ukur 1 ml  | 23. Gelas ukur         |

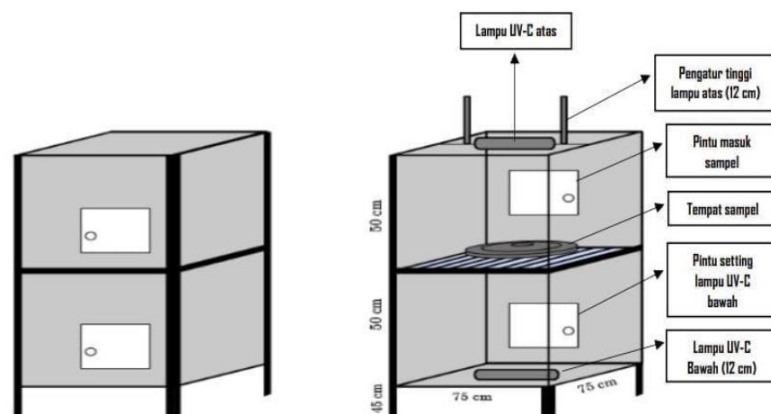
### 3.3.2 Bahan penelitian

Adapun Alat Penelitian yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya :

- |                    |                      |
|--------------------|----------------------|
| 1. Udang vanamei   | 6. Larutan BSA induk |
| 2. Aquadest        | 7. Larutan NaCl      |
| 3. Larutan biuret  | 8. Larutan HCl       |
| 4. Larutan metanol | 9. Larutan NaOH      |
| 5. Larutan KOH     |                      |

### 3.4 Desain Penelitian

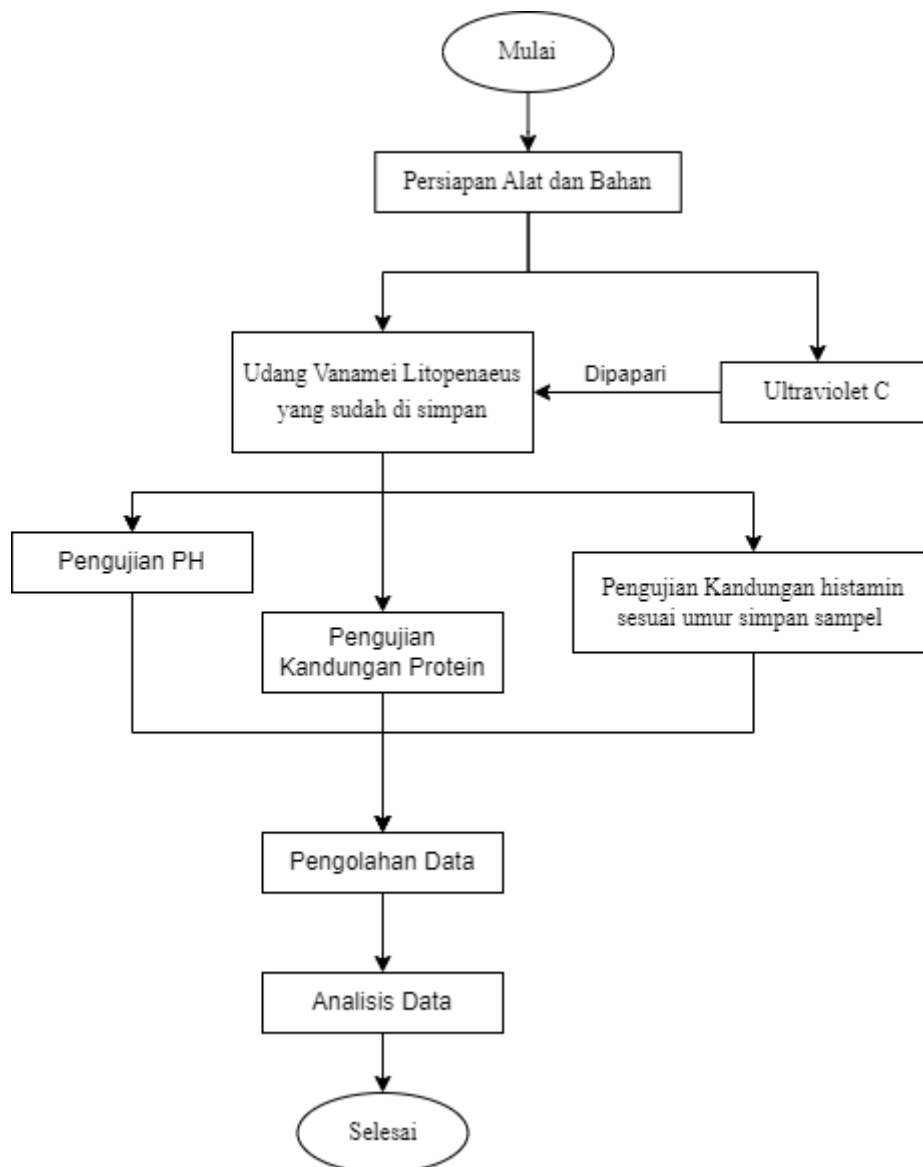
Desain rangkaian alat merupakan rancangan desain yang akan dilakukan pada saat proses penelitian yang dilakukan. Desain alatnya sebagai berikut :



Gambar 3.1 Desain Rancangan Alat



### 3.5 Diagram Alir



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

### 3.6 Rancangan Penelitian

Pada penelitian ini di susun atas dua faktor perlakuan, faktor pertama yaitu variasi intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$ ,  $50 \text{ mW/cm}^2$ ,  $75 \text{ mW/cm}^2$ , dan variasi lama paparan sebesar 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Setiap perlakuan di siapkan sebanyak 3 sampel udang dalam 15 kelompok sampel dengan pengulangan sebanyak 3 kali sehingga membutuhkan 45 ekor udang. Sampel yang telah di papari

di hancurkan dan di simpan selama  $\pm 20$  jam di chiller. Selanjutnya, melakukan pengamatan terhadap derajat keasaman, umur simpan, kandungan protein dan kandungan histmain.

### 3.6.1 Pengujian derajat keasaman pada udang vanamei

1. Di siapkan alat dan bahan yang akan di gunakan.
2. Kemudian Katoda indikator pada pH meter dibersihkan dengan aquades hingga netral (pada pH 7).
3. Kemudian di bersihkan menggunakan tissue.
4. Dimasukkan udang kedalam beaker glass 50 ml dan ditambahkan 30 ml aquades.
5. Selama 10 menit sampel diaduk dengan menggunakan stirrer diatas hot plate.
6. pH diukur menggunakan pH meter. Sampel udang di berikan paparan sinar UV-C dengan variasi lama paparan.

Menurut penelitian sebelumnya batas pH pada daging udang yaitu (Fan, Schneider, and Sarnoski 2022) :

Tabel 3.1 Batas pH pada kondisi udang segar dan kondisi udang busuk

Kategori Udang	Batas pH
Udang Segar	Udang segar biasanya memiliki pH di bawah 6,5 (> 6,5)
Udang busuk	Daging udang yang sudah busuk cenderung memiliki pH di atas 7,0 (>7,0)

### 3.6.2 Pengujian kandungan protein pada udang vanamei

Penentuan kandungan protein pada udang vanamei pada penelitian ini menggunakan metode biuret. Pada metode ini terdapat ikatan peptide yang

protein diidentifikasi melalui asam amino yang saling terikat membentuk ikatan peptide dalam molekul protein.

1. Langkah awal dalam menentukan kandungan protein adalah persiapan larutan standar protein dengan menggunakan BSA (Bovine Serum Albumin) dalam beberapa variasi konsentrasi.
2. Larutan standar BSA ini dicampur dengan larutan biuret dan air suling dalam perbandingan yang tepat untuk menciptakan keseimbangan konsentrasi antara larutan standar, larutan biuret, dan air suling.
3. Selanjutnya, konsentrasi hasil campuran ini diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis.
4. Preparasi sampel udang (*litopenaeus vannamei*) yang ditimbang masing-masing sebanyak 1 gram kemudian dihaluskan dengan mortal dan alue dan dilarutkan dengan aquades 10 mL,
5. Kemudian disaring dan diambil dari filtrat tersebut 1 mL kemudian sampel filtrat tersebut sebagai uji protein biuret. Dengan preparasi perbandingan sampel dan larutan sebanyak (sampel) 1 mL + (aquades) 3 mL + (Larutan biuret) 6 mL, setelah sampel dipeparasi kemudian diukur absorbansi sampel dengan spektrofotometer UV-Vis Panjang gelombang 540.0 nm (Istinaroh 2019).
6. Tahap terakhir dilakukan perhitungan kandungan gizi protein pada sampel udang vanamei ditentukan dengan persamaan berikut ini

$$\% \text{ protein} = \frac{\text{konsentrasi protein}}{\text{konsentrasi sampel}} \times fp \times 100\%$$

Keterangan :

Konsentrasi protein = konsentrasi akhir perhitungan absorbansi

Konsentrasi sampel = konsentrasi awal sampel dengan larutan

Fp = faktor pengenceran (10/1)

Tabel 3.2 Kadar protein pada kondisi udang segar dan udang busuk

<b>Kategori Udang</b>	<b>Kadar protein</b>
Udang Segar	Sekitar 19,38% - 66,63% tergantung pada bagian tubuhnya, seperti kulit, kepala, atau daging, serta pengaruh dari proses seperti hidrolisis
Udang busuk	Kadar protein pada udang yang sudah busuk bisa berfluktuasi dan cenderung mengalami penurunan karena dekomposisi bahan organik oleh bakteri. Namun, nilai pastinya akan bervariasi tergantung pada tingkat pembusukan, kondisi lingkungan, dan berbagai faktor lainnya.

### 3.6.3 Pengujian kandungan histamin pada udang vannamei

1. Persiapan Sampel. Udang yang digunakan untuk sampel di papari dulu dengan sinar uv c dengan variasi yang sudah ditentukan. Kemudian sampel yang telah di papari di hancurkan dan di simpan selama  $\pm$  20 jam di chiller.
2. Gerus organ/jaringan yang diperoleh dianalisa menggunakan metode ELISA dan dtambahkan PBS sebanyak 40  $\mu$ L.
3. Masukkan 50  $\mu$ L standar kedalam sumur standar.
4. Masukkan 40  $\mu$ L sampel kedalam sumur sampel, kemudian tambahkan 10  $\mu$ L antibodi ke dalam sumur sampel.
5. Masukkan 50  $\mu$ L streptavidin-HRP kedalam sumur standar dan sumur sampel dan dicampur selama 1 menit, ditutup dengan perekat, dan diinkubasi selama 60 menit pada suhu 370C.

6. Buka perekat, kemudian tiap sumur diaspirasi dan dicuci 5x dengan wash buffer.
7. Pada akhir pencucian, sisa dari wash buffer dibuang dan dikeringkan dengan kertas pengering.
8. Tambahkan 50  $\mu$ L substrate solution A dan 50  $\mu$ L substrate solution B pada masing-masing sumur, diinkubasi selama 30 menit pada suhu 37°C, ditutup dengan perekat agar terlindungi dari sinar.
9. Tambahkan 50  $\mu$ L stop solution ke dalam masing-masing sumur.
10. Dalam 30 menit dilakukan pembacaan OD untuk menentukan optical density (OD value).. pada panjang gelombang 450nm dengan ELISA reader Diatek DR-2

Berikut kategori pembusukan pada udang (Fan, Schneider, and Sarnoski 2022)

Tabel 3.3 Ciri-Ciri Kondisi Dan Kadar Histmain Pada Udang

Kategori Udang	Ciri-Ciri Dan Kadar Histamin			
	Warna	Tekstur	Aroma	Kadar histamin
Udang Segar	Cerah, tidak terlihat kusam dan pudar. Tidak ada bintik hitam di badan udang.	Kenyal dan kokoh.	Tidak berbau anyir atau amis	Kadar histamin pada udang vannamei segar yaitu kurang dari 50 ppm
Udang busuk	Kecoklatan atau kehijauan.	Lembek dan rapuh	Bau amis yang menyengat	kandungan histamin yang lebih tinggi dari 50 ppm

### 3.7 Teknik Pengumpulan Data

Data yang diambil diperoleh setelah sampel di berikan perlakuan lama paparan sinar UV-C dan variasi intensitas sehingga dapat dicatat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3.4 Tabel Derajat Keasaman pada Udang *Litopenaeus Vannamei*)

Perlakuan		pH			Rata-Rata
Intenistas ( $mW/cm^2$ )	Lama paparan (Menit)	1	2	3	
0	0				
	15				
	30				
	45				
	60				
50	0				
	15				
	30				
	45				
	60				
75	0				
	15				
	30				
	45				
	60				

Tabel 3.5 Tabel kadar protein pada Udang *Litopenaeus Vannamei*)

Perlakuan		Kadar Protein			Rata-Rata
Intenistas ( $mW/cm^2$ )	Lama paparan (Menit)	1	2	3	
0	0				
	15				
	30				
	45				
	60				
	0				
	15				

50	30				
	45				
	60				
75	0				
	15				
	30				
	45				
	60				

Tabel 3.6 Tabel kadar histamin pada Udang *Litopenaeus Vannamei*)

Perlakuan		Kandungan Histamin			Rata-Rata
Intenistas ( $mW/cm^2$ )	Lama paparan (Menit)	1	2	3	
0	0				
	15				
	30				
	45				
	60				
50	0				
	15				
	30				
	45				
	60				
75	0				
	15				
	30				
	45				
	60				

### 3.8 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan di analisis menggunakan data statistic SPSS menggunakan uji faktorial. Jika dari hasil uji factorial  $H_0$  di tolak dan  $H_1$  diterima maka dilanjutkan dengan uji lanjut menggunakan uji DMRT.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil penelitian

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui pengaruh sinar uv c terhadap derajat keasaman, protein, histamin pada udang *Litopenaeus Vannamei*. Penelitian ini di lakukan di laboratorium biofisika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Terdapat beberapa tahap pada penelitian ini yaitu yang tahap pertama menyiapkan sampel. Sampel yang di pilih untuk penelitian ini yaitu udang jenis *Litopenaeus Vannamei* yang sudah siap panen sekitar umur 3 bulan. Tahap kedua,menyiapkan lampu uv c untuk paparan sampel. Lampu yang di gunakan panjang gelombang rentang 185-265nm. Penelitian ini menggunakan 2 lampu UV-C yang terletak diatas dan dibawah tempat sampel dengan daya masing-masing 8 watt.

Dalam penelitian ini menggunakan variasi intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$  ,  $50 \text{ mW/cm}^2$  ,  $75 \text{ mW/cm}^2$ , dan variasi lama paparan sebesar 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Tahap ketiga, sampel yang sudah di papari di simpan selama  $\pm 20$  jam di chiller. Tahap keempat, pengujian derajat keasaman. Sampel yang telah di papari di haluskan dan di lihat kadar pH pada sampel dengan pH meter. Tahap kelima, penentuan kadar protein. Pada penelitian ini penentuan kadar protein menggunakan metode biuret. Tahap terakhir, penentuan kadar histamin. Untuk menentukan kadar histamin pada sampel udang menggunakan alat spektrofotometer. Berikut data hasil yang diperoleh saat proses pengambilan data.



## 4.2 Data Hasil Penelitian

### 4.2.1 Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Derajat

#### Keasaman Pada Udang *Litopenaeus Vannamei*

Pengukuran derajat keasaman atau pH menggunakan alat yang di sebut pH meter pada setiap pengambilan data dengan variasi intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$  ,  $50 \text{ mW/cm}^2$  ,  $75 \text{ mW/cm}^2$  , dan variasi lama paparan sebesar 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit. Adapun data kadar pH daging udang vaname setelah dilakukan pemaparan oleh sinar UV-C dengan variasi intensitas dan lama paparan yang ditunjukkan pada Tabel 4.1

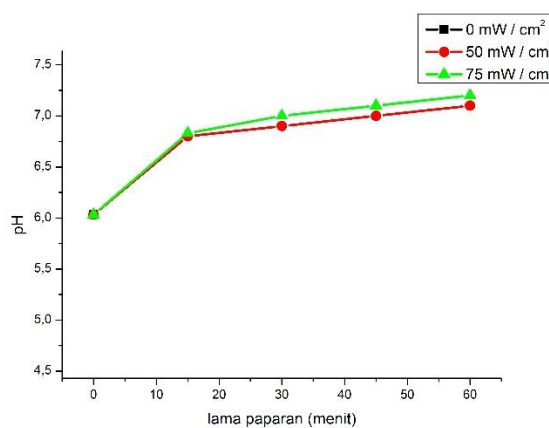
Tabel 4.1 Tabel Data Hasil Penelitian derajat keasaman pada udang vanamei

Perlakuan		pH			Rata-Rata
Intenistas ( $\text{mW/cm}^2$ )	Lama paparan (Menit)	1	2	3	
Kontrol	0	5,9	6	6,2	$6,033 \pm 0,1247$
	15	5,9	6	6,2	$6,033 \pm 0,1247$
	30	5,9	6	6,2	$6,033 \pm 0,1247$
	45	5,9	6	6,2	$6,033 \pm 0,1247$
	60	5,9	6	6,2	$6,033 \pm 0,1247$
50	0	5,9	6	6,2	$6,033 \pm 0,1247$
	15	6,5	6,9	7	$6,8 \pm 0,2160$
	30	7	7	6,9	$6,9 \pm 0,0471$
	45	7,1	6,9	7,1	$7,0 \pm 0,0942$
	60	7,2	7	7,2	$7,1 \pm 0,0942$
75	0	5,9	6	6,2	$6,033 \pm 0,1247$
	15	6,8	6,9	6,8	$6,8 \pm 0,047$
	30	6,9	7	7,1	$7 \pm 0,0816$
	45	7,2	7,1	7	$7,1 \pm 0,0816$
	60	7,3	7,2	7,2	$7,2 \pm 0,047$

Tabel 4.1 menunjukkan bahwa paparan sinar UV-C memiliki pengaruh terhadap pH dari daging udang vanamei. Nilai kadar pH pada sampel kontrol dihasilkan kadar pH sebesar 6,3 yang termasuk dalam sifat asam. Untuk nilai

pH pada daging udang vanamei semakin meningkat seiring dengan lamanya paparan sinar UV-C. Kadar pH paling tinggi dihasilkan pada intensitas lama paparan 60 menit dengan intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$  yaitu sebesar 7,3. Hasil tersebut menunjukkan bahwa jika lama paparan semakin lama maka kadar pH yang di peroleh juga semakin meningkat.

Analisis data di peroleh menunjukkan hubungan anatara intensitas dan lama paparan sinar UV-C terhadap kadar pH dari daging udang vanamei. hal ini ditunjukkan pada gambar Grafik berikut :



Gambar 4.1 Pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap derajat keasaman pada udang vaname

Gambar 4.1 (a) menunjukkan pengaruh intensitas sinar UV-C terhadap derajat keasaman daging udang vaname. Berdasarkan Gambar 4.1 (a) kelompok control kadar pHnya adalah 6,3. Untuk kelompok eksperimen dengan lama paparan 0 – 60 dan intensitas  $50 \text{ mW/cm}^2$  menit kadar pHnya naik secara signifikan yaitu 6,2 ; 6,8 ; 6,9 ; 7,0 ; 7,1. Sedangkan untuk kelompok eksperimen dengan lama paparan 0 – 60 dan intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$  kadar pH diperoleh sama seperti kelompok eksperimen sebelumnya, hasil yang didapatkan naik signifikan yaitu 6,3 ; 6,8 ; 7 ; 7,1 ; 7,2. Tetapi, kadar pH pada dengan paparan

60 menit disertai intensitas  $50 \text{ mW/cm}^2$  mengalami penurunan dibandingkan kadar pH dengan lama paparan 15 dan 30 menit disertai intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$ .

Berdasarkan data kadar pH daging udang vannamei setelah dipapari sinar UV-C pada Tabel 4.1 dan Grafik 4.1 dilakukan uji faktorial untuk membandingkan rata-rata pengaruh intensitas dan lama paparan terhadap nilai kadar pH agar mengetahui perbedaan signifikan dari dua atau lebih kelompok data yang terdapat pada Tabel berikut :

Tabel 4.2 hasil uji faktorial pada pH daging udang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1945,080 <sup>a</sup>	15	129,672	6707,172	,000
intensitas	6,152	2	3,076	159,115	,000
lama_paparan	3,353	4	,838	43,362	,000
intensitas * lama_paparan	1,685	8	,211	10,897	,000
Error	,580	30	,019		
Total	1945,660	45			

Hasil analisis faktorial pada Tabel 4.2 menunjukkan lama paparan dan intensitas sinar UV-C memiliki nilai signifikansi sebesar 0,001 atau lebih kecil dari  $\alpha$  (0,005) sehingga  $H_0$  ditolak. Berdasarkan hasil signifikan maka intensitas dan lama paparan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap derajat keasaman atau pH pada udang vanamei. Setelah dilakukan uji faktorial maka selanjutnya dilakukan uji lanjutan menggunakan uji DMRT untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari masing-masing data. Pada Tabel 4.3 dan 4.4 merupakan hasil analisa DMRT untuk mengetahui intensitas dan lama paparan yang paling berpengaruh terhadap pH pada udang vanamei.

Tabel 4.3 Tabel hasil uji DMRT Lama paparan UV-C terhadap pH pada daging udang vanamei

Lama Paparan	pH	Notasi Huruf
0	6,033	a
15	6,556	b
30	6,667	b
45	6,722	b
60	6,800	b

Notasi berbeda menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda signifikan. Sedangkan untuk yang memiliki notasi sama menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan Tabel 4.3 pada perlakuan 0 menit dengan 15 dan 30 menit memiliki notasi yang sama sehingga perlakuannya tidak berbeda signifikan. Sedangkan pada perlakuan 0 menit dengan 45 dan 60 menit memiliki notasi yang berbeda sehingga terdapat perbedaan yang signifikan. Lama paparan 60 menit menghasilkan nilai pH tertinggi dengan perlakuan yang lainnya sehingga dinotasikan dengan huruf b.

Tabel 4.4 Tabel hasil uji DMRT intensitas sinar UV-C terhadap pH udang vanamei

Intenistas (mW/cm <sup>2</sup> )	pH	Notasi Huruf
0	6,0333	a
50	6,793	b
75	6,840	b

Notasi berbeda menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda signifikan. Sedangkan untuk yang memiliki notasi sama menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan Tabel 4.4 pada perlakuan intensitas 50 dan 75 mW/cm<sup>2</sup> memiliki notasi yang sama sehingga perlakuan tersebut

tidak ada perbedaan yang signifikan. Sedangkan pada perlakuan  $0 \text{ mW/cm}^2$  dengan  $50$  dan  $75 \text{ mW/cm}^2$  memiliki notasi yang berbeda sehingga terdapat perbedaan yang signifikan. Intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$  menghasilkan nilai pH terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya sehingga dinotasikan dengan huruf a. Dari hasil uji DMRT pada Tabel 4.3 dan 4.4 yang paling optimal dalam mempengaruhi nilai pH terdapat pada lama paparan 60 menit dan intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$ .

Tabel 4.5 Tabel hasil uji DMRT lama paparan dan intensitas sinar UV-C terhadap pH udang vanamei

Perlakuan		pH	Notasi Huruf
lama paparan	intensitas		
0	0	6,033	a
15	0	6,033	a
30	0	6,033	a
45	0	6,033	a
60	0	6,033	a
0	50	6,033	a
0	75	6,033	a
15	50	6,8	b
15	75	6,833	b
30	50	6,967	bc
30	75	7	bcd
45	50	7,033	bcd
45	75	7,1	cd
60	50	7,133	cd
60	75	7,233	cd

Notasi berbeda menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda signifikan. Sedangkan untuk yang memiliki notasi sama menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan Tabel 4.5 pada perlakuan variasi lama paparan dari 0,15,30,45,60 menit dan variasi intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$  dengan lama paparan 0 menit dan intensitas  $50 \text{ mW/cm}^2$  serta  $75 \text{ mW/cm}^2$  menunjukkan tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat diketahui

dari masing-masing perlakuan memiliki notasi yang sama yaitu a. Semakin besar notasi hurufnya, semakin besar nilai pH yang diperoleh. Pada tabel tersebut nilai pH terendah terdapat pada perlakuan lama paparan 0 menit dengan intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$ . Sedangkan untuk nilai pH yang tinggi diperoleh pada paparan 60 menit dan intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$  yang bernotasi huruf cd.

#### **4.2.2 Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap kadar protein pada udang *Litopenaeus Vannamei***

Analisis kandungan gizi protein pada udang (*Litopenaeus Vannamei*) dengan menggunakan metode biuret. Metode ini menunjukkan adanya ikatan peptide yang mengindikasikan adanya protein sebab asam amino berikatan dengan asam amino yang lain melalui ikatan peptide membentuk protein. Pada analisis ini dilakukan melalui tiga tahapan, tahap pertama yaitu menentukan kurva standar. Larutan standar protein BSA (Bovine Serum Albumine) dibuat dengan konsentrasi 0,2 mg/mL 0,4 mg/mL 0,6 mg/mL 0,8 mg/mL, 1 mg/mL. larutan standar BSA yang dipreparasi (dicampur dengan larutan biuret dan aquades dengan perhitungan konsentrasi yang seimbang antara larutan standar, larutan biuret dan aquades) setelah itu, diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis Panjang gelombang 540 nm hingga diperoleh persamaan regresi linier  $y = 0,00204 \cdot \text{cons} + 0,00400$  dan  $R^2 = 0,9500$ . Tahap kedua, preparasi serta pengukuran sampel udang (*Litopenaeus Vannamei*) yang ditimbang masing-masing sebanyak 1 gram kemudian dihaluskan dengan mortal dan dilarutkan aquades sampai volume 20 mL hingga konsentrasi pada sampel  $1000 \text{ mg} / 20 \text{ mL} = 50 \text{ mg/mL}$ , kemudian sampel diambil filtrat dengan disaring, filtrat tersebut yang kemudian sebagai uji protein biuret. Dengan preparasi perbandingan

sampel dan larutan sebanyak (sampel) 1 mL + (aquades) 3 mL + (Larutan biuret) 6 mL sehingga didapatkan faktor pengenceran pada sampel 10/1, setelah sampel dipeparasi kemudian diukur absorbansi sampel dengan spektrofotometer UV-Vis Panjang gelombang 540.0 nm. Tahap terakhir dilakukan perhitungan kandungan gizi protein pada sampel tempe ditentukan dengan persamaan berikut ini :

$$\% \text{ protein} = \frac{\text{konsentrasi protein}}{\text{konsentrasi sampel}} \times fp \times 100\%$$

Keterangan :

Konsentrasi protein = konsentrasi akhir perhitungan absorbansi

Konsentrasi sampel = konsentrasi awal sampel dengan larutan

Fp = faktor pengenceran (10/1)

Berikut data hasil dari pengaruh sinar UV-C terhadap kandungan protein :

Tabel 4.6 Data Hasil Penelitian Protein pada udang vanamei

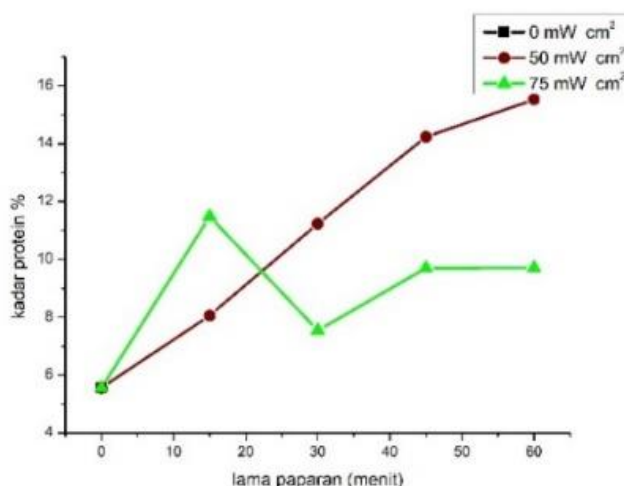
Perlakuan		Kadar Protein			Rata-Rata
Lama Paparan (Menit)	Intensitas $mW/cm^2$	1	2	3	
Kontrol	0	4,47	5,46	6,754	5,561±0,9351
	15	4,47	5,46	6,754	5,561±0,9351
	30	4,47	5,46	6,754	5,561±0,9351
	45	4,47	5,46	6,754	5,561±0,9351
	60	4,47	5,46	6,754	5,561±0,9351
50	0	4,47	5,46	6,754	5,561±0,9351
	15	10,588	8,578	5,019	8,061±2,3026
	30	8,598	19,166	5,95	11,238±5,7092
	45	16,46	19,039	7,196	14,231±5,0851
	60	24,398	16,119	6,068	15,528±7,4948
	0	4,47	5,46	6,754	5,561±0,9351
	15	6,97	18,823	8,66	11,484±5,2348
	30	8,676	6,764	7,196	7,545±0,8187

75	45	8,803	12,862	7,421	9,695±2,3091
	60	8,343	13,088	7,676	9,702±2,4094

Tabel 4.6 menunjukkan hasil data pengaruh sinar UV-C terhadap kandungan gizi protein pada udang (*Litopenaeus Vannamei*). Pada hasil diatas menunjukkan bahwa lama paparan sinar UV-C tidak mempengaruhi kandungan protein pada udang (*Litopenaeus Vannamei*). Karena kadar protein yang di peroleh tidak signifikan, Dari hasil diatas dilakukan tiga kali pengulangan kadar protein menunjukkan bahwa pada saat keadaan kontrol kadar protein di peroleh sebesar 5,56 %. Pada saat lama paparan 15 menit dengan intensitas 50  $mW/cm^2$  kadar protein sebesar 8,0 %. Untuk lama paparan 30 menit menghasilkan kadar sebesar 11.2 %. Untuk lama paparan 45 menit menghasilkan 14.2 % dan lama paparan 60 menit 15,5%. Pada saat lama paparan 15 menit dengan intensitas 75  $mW/cm^2$  diperoleh kadar protein tertinggi sebesar 11,4 %. Untuk lama paparan 15-45 menit menghasilkan kadar protein sebesar 7,5 % , 9,6 % dan 9,7%. Dari hasil tersebut menunjukkan kadar protein yang tidak signifikan.

Analisis data di peroleh menunjukkan hubungan antara intensitas dan lama paparan sinar UV-C terhadap kadar protein dari daging udang vannamei. hal ini ditunjukkan pada gambar Grafik.





Gambar 4.2 grafik pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap protein pada udang vaname

Gambar 4.2 menunjukkan pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap protein daging udang vaname. Berdasarkan Gambar 4.2 kelompok control kadar protein adalah 5,56 %. Untuk kelompok eksperimen lama paparan 15 – 60 menit dengan intensitas 50 mW/cm<sup>2</sup> kadar protein naik secara signifikan dari 8,06% menjadi 15,52% . Sedangkan untuk kelompok eksperimen lama paparan 15 – 60 menit dengan intensitas 75 mW/cm<sup>2</sup> kadar proteinnya didapatkan semakin menurun yaitu dari 11,48% menjadi 9,70%.

Berdasarkan data kadar protein daging udang vanamei setelah dipapari sinar UV-C pada Tabel 4.5 dan Grafik 4.2 dilakukan uji faktorial untuk membandingkan rata-rata pengaruh intensitas dan lama paparan terhadap nilai kadar protein agar mengetahui peredaan signifikannya.

Tabel 4.7 Tabel uji faktorial pada kadar protein daging udang

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3685,225 <sup>a</sup>	15	245,682	14,866	,000
lama_paparan	122,888	4	30,722	1,859	,144
intenisitas	218,782	2	109,391	6,619	,004

lama_paparan* intenisitas	147,337	8	18,417	1,114	,382
Error	495,789	30	16,526		
Total	4181,014	45			

Pada Tabel 4.7 menunjukkan bahwa waktu lama paparan dan interaksi kedua variabel tidak berpengaruh terhadap kadar protein pada udang (*Litopenaeus Vannamei*) dengan nilai signifikansi lebih besar dari  $\alpha$  (0,05). Sedangkan variabel intensitas menunjukkan pengaruh karena nilai signifikansi lebih kecil dari  $\alpha$  (0,05). Berikut uji lanjut menggunakan DMRT pada intensitas sinar UV-C :

Tabel 4.8 Tabel uji lanjut DMRT intensitas sinar UV-C pada kadar proteindaging udang

Intenisitas (mW/cm <sup>2</sup> )	Kadar protein	Notasi Huruf
0	5,56133	a
75	8,79773	b
50	10,92420	b

Notasi berbeda menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda signifikan. Sedangkan untuk yang memiliki notasi sama menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan Tabel 4.8 pada perlakuan intensitas 50 dan 75 mW/cm<sup>2</sup> memiliki notasi yang sama sehingga perlakuan tersebut tidak ada perbedaan yang signifikan. Sedangkan pada perlakuan 0 mW/cm<sup>2</sup> dengan 50 dan 75 mW/cm<sup>2</sup> memiliki notasi yang berbeda sehingga terdapat perbedaan yang signifikan. Intensitas 0 mW/cm<sup>2</sup> menghasilkan kadar protein terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya sehingga dinotasikan dengan huruf a. Dari hasil uji DMRT pada Tabel 4.8 yang menghasilkan kadar protein

paling rendah diantara perlakuan lainnya yaitu pada intensitas 0 yang dinotasikan huruf a .

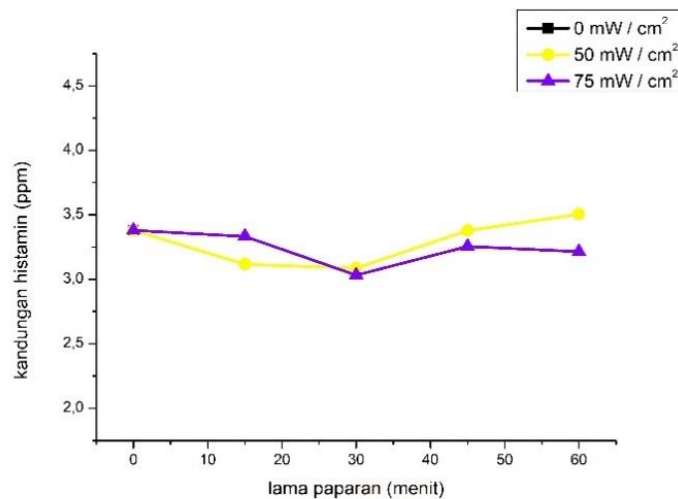
#### 4.2.3 Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadar Histamin Pada Udang *Litopenaeus Vannamei*

Penentuan kadar histamin pada udang (*Litopenaeus Vannamei*) menggunakan metode ELISA. Sampel ang di gunakan pada setiap pengambilan data dengan variasi variasi lama paparan sebesar 0 menit, 15 menit, 30 menit, 45 menit, dan 60 menit dan intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$  ,  $50 \text{ mW/cm}^2$  ,  $75 \text{ mW/cm}^2$ . Adapun data kadar pH daging udang vaname setelah dilakukan pemaparan oleh sinar UV-C dengan variasi intensitas dan lama paparan yang ditunjukkan pada Tabel 4.9

Tabel 4.9 Tabel data hasil penelitian kandungan histamin pada udang vaname

Perlakuan		Kandungan Histamin			Rata-Rata
Lama Paparan (Menit)	Intensitas $\text{mW/cm}^2$	1	2	3	
Kontrol	0	3,424	3,406	3,310	$3,380 \pm 0,0500$
	15	3,424	3,406	3,310	$3,380 \pm 0,0500$
	30	3,424	3,406	3,310	$3,380 \pm 0,0500$
	45	3,424	3,406	3,310	$3,380 \pm 0,0500$
	60	3,424	3,406	3,310	$3,380 \pm 0,0500$
50	0	3,424	3,406	3,310	$3,380 \pm 0,0500$
	15	3,178	3,105	3,064	$3,116 \pm 0,0471$
	30	3,150	3,068	3,041	$3,086 \pm 0,0463$
	45	3,376	3,406	3,353	$3,378 \pm 0,0216$
	60	3,541	3,490	3,480	$3,504 \pm 0,0267$
75	0	3,424	3,406	3,310	$3,380 \pm 0,0500$
	15	3,376	3,314	3,310	$3,333 \pm 0,030$
	30	3,075	3,034	2,990	$3,033 \pm 0,034$
	45	3,293	3,238	3,230	$3,254 \pm 0,028$
	60	3,240	3,205	3,201	$3,215 \pm 0,017$

Tabel 4.9 Menunjukkan hasil data pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap kadar histamin pada udang (*Litopenaeus Vannamei*). Lama paparan dan intensitas dari sinar UV-C dapat mempengaruhi kadar histamin pada udang (*Litopenaeus Vannamei*). Pada kondisi kontrol didapatkan hasil kadar histamin pada udang (*Litopenaeus Vannamei*) sebesar 3,3 ppm . Pada saat lama paparan 15 menit dengan intensitas  $50 \text{ mW/cm}^2$  menghasilkan kadar histamin pada udang (*Litopenaeus Vannamei*) sebesar 3,1 ppm. Untuk lama paparan 30 menit menghasilkan sebesar 3,0 ppm, lama paparan 45 menit menghasilkan 3,3 ppm dan untuk lama paparan 60 menit menghasilkan 3,5 ppm. Ketika lama paparan 15 menit dengan intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$  menghasilkan kadar histamin pada udang (*Litopenaeus Vannamei*) sebesar 3,3 ppm. Untuk lama paparan 30 menit menghasilkan kadar ppm sebesar 3,0 ppm , lama paparan 45 menit menghasilkan 3,2 ppm dan untuk lama paparan 60 menit menghasilkan 3,2 ppm. Dari hasil tersebut menunjukkan semakin besar intensitas dan semakin lama paparan kadar histamin dari udang (*Litopenaeus Vannamei*) mengalami penurunan. Analisis data di peroleh menunjukkan hubungan antara intensitas dan lama paparan sinar UV-C terhadap kadar histamin dari daging udang *vannamei*. hal ini ditunjukkan pada gambar Grafik 4.3



Gambar 4.3 Grafik pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap histamin pada udang vaname

Gambar 4.3 menunjukkan pengaruh lama paparan sinar UV-C terhadap histamin daging udang vaname. Berdasarkan Gambar 4.3 kelompok kontrol kadar histamin protein adalah 3,38 ppm. Untuk kelompok eksperimen dari lama paparan 15 – 60 menit dengan intensitas 50 mW/cm<sup>2</sup> kadar histamin mengalami penurunan di lama paparan 30 menit dari 3,11 ppm menjadi 3,08 ppm. Pada lama paparan 45 dan 50 menit mengalami peningkatan dari 3,37 ppm menjadi 3,50 ppm. Sedangkan untuk kelompok eksperimen pada lama paparan 30 menit dengan intensitas 75 mW/cm<sup>2</sup> kadar histamin mengalami penurunan dari 3,33 ppm menjadi 3,03 ppm. kadar histamin meningkat dari lama paparan 30 menit dan 45 menit yaitu 3,03 ppm menjadi 3,25 ppm. Kadar histamin kembali menurun pada lama paparan 45 menit ke 60 menit yaitu 3,25 ppm menjadi 3,21 ppm. Berdasarkan data kadar histamin daging udang vanamei setelah dipapari sinar UV-C pada Tabel 4.7 dan Grafik 4.3 dilakukan uji faktorial untuk membandingkan rata-rata pengaruh intensitas dan lama paparan terhadap nilai

kadar histamin agar mengetahui perbedaan signifikan dari dua atau lebih kelompok data yang terdapat pada Tabel berikut:

Tabel 4.10 hasil uji factorial terhadap kadar histamin

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	492,382 <sup>a</sup>	15	32,825	12484,861	,000
lama_paparan	,274	4	,069	26,059	,000
intensitas	,144	2	,072	27,411	,000
lama_paparan * intensitas	,342	8	,043	16,252	,000
Error	,079	30	,003		
Total	492,461	45			

Hasil analisis faktorial pada Tabel 4.10 menunjukkan intensitas dan lama paparan sinar UV-C memiliki nilai signifikansi sebesar 0,00 atau lebih kecil dari  $\alpha$  (0,005) sehingga  $H_0$  ditolak. Berdasarkan hasil signifikan maka intensitas dan lama paparan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kandungan histamin pada udang vanamei. Setelah dilakukan uji faktorial maka selanjutnya dilakukan uji lanjutan menggunakan uji DMRT untuk mengetahui perbedaan rata-rata dari masing-masing data. Pada Tabel 4.10 dan 4.11 merupakan hasil analisa DMRT untuk mengetahui intensitas dan lama paparan yang paling berpengaruh terhadap kandungan histamin pada udang vanamei.

Tabel 4.11 uji lanjut DMRT lama paparan sinar UV-C terhadap kandungan histamin pada udang vanamei

Lama Paparan (Menit)	Histamin	Notasi Huruf
30	3,16644	a
15	3,27633	ab
45	3,33733	b
60	3,36633	b
0	3,38000	b

Notasi berbeda menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda signifikan. Sedangkan untuk yang memiliki notasi sama menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan Tabel 4.11 pada perlakuan 30 menit dengan 15,45 dan 60 menit menunjukkan notasi yang sama sehingga perlakuannya tidak berbeda signifikan. Sedangkan pada perlakuan 30 menit dengan 0 menit memiliki notasi yang berbeda sehingga terdapat perbedaan yang signifikan. Lama paparan 30 menit menghasilkan kandungan histamin terendah dibandingkan dengan perlakuan yang lain sehingga dinotasikan dengan huruf a.

Tabel 4.12 uji lanjut DMRT intensitas sinar UV-C terhadap kandungan histamin pada udang vaname

Intenistas (mW/cm <sup>2</sup> )	Histamin	Notasi Huruf
75	324,307	a
50	329,280	ab
0	338,000	b

Notasi berbeda menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda signifikan. Sedangkan untuk yang memiliki notasi sama menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan Tabel 4.12 pada perlakuan intensitas 75 dan 50 mW/cm<sup>2</sup> memiliki notasi yang sama sehingga perlakuan tersebut tidak ada perbedaan yang signifikan. Sedangkan pada perlakuan inetensitas 75 mW/cm<sup>2</sup> dan 0 mW/cm<sup>2</sup> memiliki notasi yang berbeda sehingga terdapat perbedaan yang signifikan. Intensitas 75 mW/cm<sup>2</sup> menghasilkan kandungan histamin terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya sehingga dinotasikan dengan huruf a. Dari hasil uji DMRT pada Tabel 4.10 dan 4.11 yang

paling optimal dalam mempengaruhi kadnungan histamin terdapat pada lama paparan 30 menit dan intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$ .

Tabel 4.13 uji lanjut DMRT lama paparan dan intensitas sinar UV-C terhadap kandungan histamin pada udang vaname

Perlakuan		Kandungan Histmain	Notasi Huruf
Lama Paparan (Menit)	Intensitas $\text{mW/cm}^2$		
30	75	3,033	a
30	50	3,08633	a
15	50	3,11567	a
60	75	3,21533	b
45	75	3,25367	bc
15	75	3,33333	cd
45	50	3,37833	d
0	0	3,38	d
15	0	3,38	d
30	0	3,38	d
45	0	3,38	d
60	0	3,38	d
0	50	3,38	d
0	75	3,38	d
60	50	3,50367	e

Notasi berbeda menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berbeda signifikan. Sedangkan untuk yang memiliki notasi sama menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan signifikan. Berdasarkan Tabel 4.13 pada perlakuan variasi lama paparan dari 30 menit dan 15 menit dan variasi intenistas  $50 \text{ mW/cm}^2$  dengan lama paparan 15,30,45, 60 menit dan intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$ ,  $50 \text{ mW/cm}^2$  serta  $75 \text{ mW/cm}^2$  memiliki perbedaan yang signifikan. Hal ini dapat diketahui dari masing-masing perlakuan memiliki notasi yang berbeda. Semakin besar notasi hurufnya, semakin besar kandungan histamin yang diperoleh. Pada tabel tersebut kandungan histamin terendah terdapat pada perlakuan lama paparan 30 menit dengan intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$ . Sedangkan untuk kandungan



histamin yang tinggi diperoleh pada paparan 60 menit dan intensitas 50  $mW/cm^2$  yang bernetasi huruf e.

### **4.3 Pembahasan**

#### **4.3.1 Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap derajat keasaman pada udang (*Litopenaeus Vannamei*)**

Derajat keasaman atau pH sangat penting dalam menentukan kualitas dan keamanan pangan. Nilai pH dapat memengaruhi rasa, tekstur, warna, dan umur simpan makanan. Beberapa mikroorganisme patogen lebih suka tumbuh dalam lingkungan asam atau basa, sehingga pengendalian pH dapat membantu mencegah kerusakan dan kontaminasi pangan (Sadler and Murphy 2010). Nilai pH yang tepat dapat memperpanjang umur simpan daging udang dengan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang menyebabkan kerusakan. pH rendah cenderung menghambat pertumbuhan bakteri, sedangkan pH tinggi cenderung meningkatkannya (Sipahutar et al. 2020).

Berdasarkan data hasil penelitian pada tabel 4.1 dapat di ketahui bahwa dari penyimpanan daging udang selama  $\pm 20$  jam dan dilakukan tiga kali pengulangan di peroleh rata-rata pH yang berberbeda dari kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen. Kelomppok kontrol memiliki pH yang lebih rendah di dibandingkan dengan kelompok eksperimen yang di papari dengan sinar UV-C. Hal tersebut dapat terjadi karena pada daging udang yang tidak di papari sinar UV-C, kondisi pH daging udang lebih rendah karena proses metabolismenya normal yang dapat menghasilkan asam laktat (Sipahutar et al. 2020). Hal tersebut akan berbeda dengan kondisi daging udang yang sudah terkena paparan sinar UV-C. Paparan sinar UV-C dapat mengubah struktur

molokuler dalam daging udang yang menyebabkan peningkatan pH (Yuliani Putri, Fikri, and Djuhriah 2021).

Sinar UV-C dapat mempengaruhi kadar pH pada daging udang melalui beberapa mekanisme, terutama melalui pengaruhnya terhadap mikroorganisme. Paparan sinar UV dapat menyebabkan kerusakan pada struktur sel mikroba yang berpotensi menghasilkan senyawa-senyawa yang mempengaruhi pH. Selain itu, sinar UV juga dapat mempengaruhi aktivitas enzim dalam mikroorganisme yang dapat memengaruhi pH lingkungan di sekitarnya. Perubahan ini dapat terjadi pada udang maupun pada medium di sekitarnya, seperti air atau larutan tempat daging udang direndam atau disimpan. (Ansar, Sukmawaty, and Muttalib 2019).

Hasil pH daging udan diperoleh berbeda-beda pada lama paparan 15-60 menit dan intensitas  $0 \text{ mW/cm}^2$  atau kontrol sampai intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$ . Hal tersebut dapat terjadi karena Sinar UV-C memiliki kemampuan untuk membunuh mikroorganisme dengan merusak DNA mereka. Pada intensitas yang lebih tinggi sinar UV-C dapat lebih efektif mengurangi populasi mikroorganisme yang biasanya menghasilkan asam sebagai produk metabolisme mereka. Dengan berkurangnya jumlah mikroorganisme, produksi asam berkurang, sehingga pH meningkat dari kondisi asam ke lebih netral (Cao et al. 2014). Selain itu, paparan sinar UV-C dapat menyebabkan reaksi fotokimia yang mengubah komposisi kimia daging udang, termasuk degradasi senyawa organik yang bersifat asam. Reaksi ini dapat menetralkan senyawa asam, sehingga efek ini mungkin cukup signifikan untuk menstabilkan pH di angka yang lebih tinggi (Wu et al. 2020).

Hasil analisis data menunjukkan bahwa intensitas dan lama paparan sinar UV-C berpengaruh terhadap pH pada daging udang vanamei dimana di dapatkan nilai  $\text{sig} = 0,007 < \alpha (0,005)$ . Berdasarkan hasil uji faktorial dan uji lanjut menunjukkan pada intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$  dan lama paparan 60 menit memiliki pengaruh yang signifikan pada pH daging udang vanamei.

Sinar ultraviolet-C dapat merusak sistem metabolisme sel atau mikroba. Hal tersebut dapat mengubah pH dari produk makanan. Dari penelitian yang dilakukan sebelumnya, paparan sinar UV-C dengan daya ;ampu 60 watt dan lama penyinaran 50 menit dapat mempengaruhi pH dari sari buah salak. Semakin tinggi daya dan lama penyinaran lampu sinar UV-C maka semakin naik nilai pH dari sari buah pondok tersebut. Hal ini dikarenakan nilai pH dipengaruhi oleh nilai total asam, ketika total asam semakin menurunt maka nilai pH meningkat, begitupun sebaliknya (Arinda 2014). Terdapat juga pada penelitian paparan sinar UV-C terhadap sari buah merbei, dimana hasil nilai pHnya juga meningkat karena pada paparan dan variasi yang dilakukan menyebabkan asam-asam dari sari buah murbei tidak tahan dengan Cahaya iradiasi sehingga menyebabkan degradasi atau penurunan hal tersebut mengakibatkan nilai pHnya meningkat (Chintya and Nisa 2015).

#### **4.3.2 Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kandungan**

##### **Protein pada udang *Litopenaeus Vannamei***

Kandungan protein sangat penting pada bahan pangan. Karena fungsi protein bagi tubuh sangatlah besar yaitu sebagai zat pembangun dan penagatur dalam tubuh. Protein merupakan sumber asam amino yang mengandung unsur-unsur C,H,O dan N yang tidak memiliki jenis protein logam seperti besi dan

tembaga (Fajariyah, Juswono, and Widodo 2014). Protein adalah salah satu nutrisi penting yang terdapat dalam udang. Kandungan protein dalam udang bervariasi tergantung pada jenisnya dan bagaimana udang tersebut diproses.

Pada tabel diatas diperoleh data kadar protein yang berbeda-beda disetiapa lama paparan dan intensitasnya. Pada lama paparan 15-60 menit dan intensitas 0  $mW/cm^2$  (kontrol), tidak ada paparan sinar UV-C sehingga aktivitas proteolitik alami dari enzim dalam udang berada pada tingkat dasar. Sinar UV-C dapat menginduksi aktivitas proteolitik, yaitu penguraian protein menjadi peptida dan asam amino. Pada lama paparan 15-60 menit dan intensitas 50  $mW/cm^2$ , sinar UV-C mungkin mencapai tingkat optimal untuk meningkatkan aktivitas enzim proteolitik, sehingga menghasilkan kadar protein yang lebih tinggi (Fei et al. 2020a). Aktivitas ini meningkatkan pelepasan protein yang terukur dalam sampel. Sedangkan paparan UV-C pada lama paparan 15-60 menit dan intensitas 75  $mW/cm^2$  dapat menyebabkan degradasi berlebihan pada protein. Degradasi ini bisa mengubah struktur protein dan mengurangi jumlah protein yang dapat diukur. Degradasi protein yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan kadar protein dibandingkan dengan intensitas yang lebih rendah (Cao et al. 2020).

Dalam penelitian ini diketahui bahwa variasi intensitas dan lama paparan sinar UV-C tidak berpengaruh terhadap kadar protein. Sinar dapat mempengaruhi struktur protein dalam udang, terutama melalui inaktivasi enzim yang dapat terjadi akibat paparan UV-C (Fei et al. 2020b). Namun, penelitian juga menunjukkan bahwa efek sinar UV-C terhadap kadar protein pada udang mungkin tidak signifikan atau tidak terlalu mempengaruhi kadar protein secara

langsung. Paparan sinar UV-C tidak mempengaruhi kadar protein pada udang vaname karena sinar UV-C lebih berpengaruh pada inaktivasi enzim melalui dua jalur utama: oksidasi langsung yang berasal dari absorpsi radiasi oleh protein, dan perubahan struktural protein yang mengarah pada inaktivasi enzim. Sinar UV-C diserap oleh oksigen di udara dan oleh karena itu tidak memiliki efek ekologis yang signifikan. Pada level molekuler, sinar UV-C dapat menghasilkan efek fotokimia pada molekul, khususnya pada asam nukleat, yang dapat merusak atau menghancurkan DNA atau RNA mikroorganisme patogen. Namun, pada protein, efek fotokimia sinar UV-C terbatas pada inaktivasi enzim melalui dua jalur utama: oksidasi langsung yang berasal dari absorpsi radiasi oleh protein, dan perubahan struktural protein yang mengarah pada inaktivasi enzim. Karena inaktivasi enzim ini tidak secara langsung merusak struktur protein secara signifikan, kadar protein pada udang tidak banyak berubah meskipun terjadi paparan sinar UV-C yang lama (Fei et al. 2020b).

Dari analisis data menggunakan SPSS dengan uji faktorial menunjukkan bahwa variasi intensitas dan lama paparan sinar UV-C terhadap kadar protein udang *Litopenaeus Vannamei* tidak berpengaruh karena nilai signifikannya lebih dari  $\alpha$  (0,05).

#### **4.3.3 Pengaruh Lama Paparan Sinar UV-C Terhadap Kadungan**

##### **Histamin Pada Udang *Litopenaeus Vannamei***

Histamin merupakan salah satu senyawa kimia yang bersifat toksik jika ditemukan banyak dalam tubuh. Senyawa ini merupakan suatu amina biogenik yang diproduksi melalui proses dekarboksilase bakterial dari asam amino histidine. Kualitas bahan pangan terutama yang berasal dari laut seperti udang

memiliki kadar histamin yang bermacam-macam. Penyimpanan yang tepat terhadap produk laut akan membantu kadar histamin tidak meningkat.

Pada penelitian ini menggunakan sampel udang jenis *Litopenaeus Vannamei*. Setelah udang dipapari sinar UV-C, sampel di simpan  $\pm 20$  jam sebelum diuji kadar histaminnya. Hal tersebut dilakukan agar dapat mengetahui jika di simpan dalam waktu yang cukup lama, kondisi kadar histamin pada udang meningkat atau tidak. Permasalahan utama dalam kegiatan ekspor maupun impor produk pangan (termasuk produk perikanan) adalah pemberlakuan standar oleh masing-masing negara tidak sejalan dengan yang diterapkan di beberapa industri, sehingga hal ini kadang kala menyebabkan terjadinya penolakan produk perikanan Indonesia di negara importir. Oleh karena itu, aspek mutu dan keamanan hasil perikanan merupakan hal yang sangat penting dan menentukan daya saing produk di dunia internasional, mengingat konsumen negara maju merupakan konsumen dengan tingkat kepekaan yang tinggi dalam hal mutu dan keamanan produknya (Maulana, Afrianto, and Rustikawati 2012).

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini ditunjukkan pada tabel 4.7 terdapat perbedaan kadar histamin dari kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen. Pada kelompok kontrol kadar histamin pada udang diperoleh sebesar 3,38 ppm yang berarti masih termasuk rentang yang normal. Kemudian pada kelompok eksperimen pertama lama paparan 15-60 menit dengan intensitas  $50 \text{ mW/cm}^2$  dan diperoleh kadar histamin sebesar 3,11 ppm, 3,08 ppm, 3,37 ppm, 3,50 ppm. Dari kadar histamin kelompok kontrol dengan kelompok eksperimen pertama mengalami penurunan. Tetapi, pada lama paparan

45 dan 60 mengalami sedikit peningkatan kadar histamin dari kadar sebelumnya. Untuk kelompok eksperimen kedua yaitu lama paparan 15-60 menit dengan intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$  menghasilkan kadar histamin sebesar 3,33 ppm, 3,03 ppm, 3,25 ppm, dan 3,21 ppm. Pada kelompok eksperimen kedua kadar histaminnya mengalami penurunan, sama seperti kelompok pertama pada lama paparan 45 dan 60 menit mengalami kenaikan sedikit kadar ppm nya dibandingkan dengan kadar histamin sebelumnya. Dari kelompok kontrol hingga kelompok eksperimen menunjukkan bahwa semakin menurun kadar histaminnya jika lama paparan dan intensitasnya semakin lama dan besar.

Pada tabel diatas diperoleh hasil kadar histamin yang berbeda-beda karena pada intensitas UV-C yang lebih tinggi terdapat reaksi fotokimia tambahan atau interaksi dengan komponen lain dalam daging udang dapat menyebabkan degradasi pada bakteri penghasil histamin yang lebih signifikan dibandingkan dengan intensitas yang lebih rendah atau kontrol (Nevado et al. 2023a). Pada intensitas  $50 \text{ mW/cm}^2$  sinar UV-C mungkin tidak cukup untuk membunuh semua mikroorganisme yang menghasilkan histamin, tetapi cukup untuk merangsang aktivitas mikroba tertentu yang memiliki enzim dekarboksilase. Aktivitas enzim ini mengubah asam amino menjadi kandungan histamin, yang menyebabkan peningkatan kadar histamin pada intensitas  $50 \text{ mW/cm}^2$ . Untuk intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$  ,sinar UV-C dapat menyebabkan degradasi langsung pada molekul bakteri penghasil histamin atau memicu reaksi kimia yang mengurangi kadar histamin. Selain itu, intensitas yang lebih tinggi dapat lebih efektif membunuh mikroorganisme penyebab histamin, yang

menurunkan produksi histamin secara keseluruhan (Lázaro, Monteiro, and Conte-Junior 2020).

Paparan sinar UV-C mempengaruhi kadar histamin pada udang *Litopenaeus Vannamei*. Mekanisme Studi oleh (Nevado et al. 2023b) menemukan bahwa paparan UV-C memperlambat pertumbuhan bakteri pada sampel ikan sebesar 50%, sementara juga mengakibatkan degradasi protein dan asam amino esensial, meningkatkan amin biogenik seperti histamin. Paparan sinar UV-C dapat mengurangi kadar histamin pada udang karena sinar UV-C memiliki efek inaktivasi terhadap bakteri pembentuk histamin (HFB). Bakteri pembentuk histamin (HFB) yang ditemukan pada udang, terutama pada insang, usus, dan kulit, dapat menghasilkan histamin dalam jumlah besar. Penelitian menunjukkan bahwa paparan UV-C memperlambat pertumbuhan bakteri pada sampel ikan, sementara juga mengakibatkan degradasi protein dan asam amino esensial, yang dapat meningkatkan amin biogenik seperti histamin (Nevado et al. 2023b). Selain itu, paparan sinar UV-C juga dapat mengubah kapasitas pengikatan IgE/IgG pada alergen udang, yang dapat mempengaruhi reaktivitas alergen pada udang 2. Hal ini menunjukkan bahwa paparan sinar UV-C tidak hanya mengurangi kadar histamin pada udang, tetapi juga dapat mempengaruhi alergenisitasnya (Wang, Zhong, and Cheng 2022).

Untuk mengetahui perbandingan rata-rata dan mengetahui pengaruh lama paparan dan intensitas dilakukan uji faktorial yang menunjukkan signifikan 0.00. Sehingga dilakukan kembali uji lanjut DMRT. Dari hasil uji faktorial dan uji lanjut menunjukkan bahwa intensitas dan lama paparan sinar UV-C berpengaruh terhadap kadar histamin pada udang vaname. Pada uji lanjut



faktor intensitas dan lama paparan menunjukkan notasi huruf yang berbeda. Sehingga pada penelitian tersebut terdapat perlakuan yang berbeda nyata. Hasil yang meemilikin pengaruh nyata berada pada lama paparan 30 menit dan intensitas  $75 \text{ mW/cm}^2$ .

Pada penelitiannya sebelumnya menjelaskan bahwa sinar UV-C dapat meningkatkan kandungan karotenoid dan biosintesis flavonoid, serta mengubah komposisi kimia pada produk yang terpapar. Ini menunjukkan bahwa paparan sinar UV-C dapat menyebabkan perubahan signifikan dalam komponen kimiawi bahan yang dipapar sehingga sinar UV-C dapat mengurangi jumlah mikroorganismenya. Semakin lama durasi paparan, semakin signifikan penurunannya. Ini mengindikasikan bahwa UV-C juga dapat menurunkan kadar histamin, karena histamin sering diproduksi oleh bakteri (Setyarini, Lestari, and Rahayuningsih 2019).

#### 4.4 Integrasi Terhadap Al-Qur'an

Matahari memiliki banyak manfaat dalam kehidupan, sinar matahari dapat digunakan untuk mengembangkan ilmu pengetahuan dari berbagai bidang keilmuan, salah satunya pada bidang sains dan teknologi (Afida and Mustari 2019). Allah swt berfirman dalam QS. Yunus (10) : 5

هُوَ الَّذِي جَعَلَ الشَّمْسَ ضِيَاءً وَالْقَمَرَ نُورًا

Artinya : *“Dialah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya “*

Pada ayat Q.S Yunus (10):5 menjelaskan kebesaran dan kekuasaan Allah dalam penciptaan alam semesta, khususnya matahari dan bulan. Ayat ini menyatakan bahwa Allah yang menjadikan matahari bersinar dan bulan bercahaya, serta menetapkan tempat-tempat orbitnya. Hal ini dimaksudkan agar manusia dapat

mengetahui bilangan tahun dan perhitungan waktu. Penciptaan ini menunjukkan hikmah yang agung dan merupakan bukti kesempurnaan kuasa Allah. Menurut (Shihab 2007) kata jamak dari kata ضوء adalah sifat matahari, yaitu bersinar atas dirinya dan mampu memantulkan sinar matahari (Afif 2019). Namun, sifat bulan yang dikenal sebagai "قمرًا" berbeda dengan matahari. Bulan tidak dapat memantulkan cahayanya sendiri dan cahayanya berasal dari pantulan sinar matahari (Baihaki and Faridatunnisa 2020).

Seiring berkembangnya zaman, energi sinar ultraviolet matahari diaplikasikan dalam kehidupan manusia menjadi lampu dengan panjang gelombang 265 nm memiliki energi seperti sinar ultraviolet pada matahari. Sifat lampu juga sam dengan matahari mampu memancarkan sinar dari lampu itu sendiri

Dikenal sebagai sumber protein yang tinggi, udang adalah salah satu produk perikanan yang unik dengan rasa dan nilai gizi tinggi. komoditas yang sangat mudah rusak atau busuk (makanan yang dapat rusak) atau mudah dicemari bakteri pembusuk. Disebabkan oleh penurunan kualitas udang yang disebabkan oleh faktor lingkungan atau badan udang itu sendiri, sangat penting untuk menjaganya dengan baik sampai dikonsumsi oleh konsumen. Udang Vaname kaya akan gizi, termasuk vitamin B12, selenium, fosfor, zat besi, dan zinc. Nutrisi ini penting untuk berbagai fungsi tubuh, seperti menjaga kesehatan tulang, mendukung fungsi otak, dan meningkatkan sistem kekebalan tubuh.

Berdasarkan kandungan gizi yang terkandung dalam udang vaname, ada komponen penting yang dapat menurunkan kandungan gizi dan kualitas udang karena mikromikroorganisme yang tumbuh karena penyimpanan yang tidak higienis. Semakin pesat berkembangnya teknologi, terdapat metode baru yaitu pengawetan

dengan radiasi. Salah satu dari penerapan dari penggunaan radiasi yaitu radiasi UV-C. Firman Allah dalam QS. An-Naba' ayat 13:

وَجَعَلْنَا سِرَاجًا وَهَّاجًا ۝ ط

*Artinya: "Dan kami telah menjadikan pelita yang terang benderang (matahari)".*

Artinya, pelita yang terang berarti matahari terang dan menghasilkan panas. Penemuan ilmiah tentang matahari menunjukkan bahwa panas di permukaannya mencapai 6000°, dan energi panas yang dihasilkannya, yaitu 30.000.000°, mencapai pusat matahari. 9%, 46%, dan 45% dari energi matahari terdiri dari ultraviolet, cahaya, dan inframerah. Karena itulah ayat di atas menyebutkan istilah matahari sebagai pelita karena secara bersamaan mengandung cahaya dan panas (Shihab 2020).

Teknologi sinar ultraviolet dapat digunakan untuk mengawetkan. Karena sinar ultraviolet dapat mencegah berkembangnya mikroorganisme yang dapat menyebabkan pembusukan pada udang. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, mekanisme kerja UV-C ini didasarkan pada kemampuan untuk merusak mikroorganisme DNA, yang kemudian mendorong pembentukan basa timin yang berdekatan. Adanya basa timin yang berdekatan akan menyebabkan pembentukan dimer timin, yang pada akhirnya dapat menyebabkan mikroorganisme DNA tidak dapat melakukan replikasi. Akibatnya, fungsi mikroorganisme akan terganggu (Corrêa et al. 2020).

Penyimpanan produk bahan pangan dapat mempengaruhi kualitas gizi dari bahan pangan tersebut. Jika penyimpanan yang dilakukan tepat, maka kualitas gizi akan terjamin aman. Allah swt berfirman pada surat Al-Baqarah (2) : 168

يَا أَيُّهَا النَّاسُ كُلُوا مِمَّا فِي الْأَرْضِ حَلَالًا طَيِّبًا ۚ وَلَا تَتَّبِعُوا خُطُوَاتِ الشَّيْطَانِ ۚ إِنَّهُ لَكُمْ عَدُوٌّ

مُبِينٌ

*Artinya: "Wahai manusia, makanlah sebagian (makanan) di bumi yang halal lagi baik dan janganlah mengikuti langkah-langkah setan. Sesungguhnya ia bagimu merupakan musuh yang nyata."*

Menurut (Shihab 2020) dalam ayat ini, kata "طيبا" berfungsi sebagai sifat dari kata "حلل yang", yang berarti baik atau suci. Allah menyiapkan makhluknya untuk menyantap makanan yang baik.

Kata "طيبا" didefinisikan oleh Imam Malik sebagai menjadi tawkid untuk menguatkan, yang memiliki arti yang sama dengan "sehat" dan "baik" (Muzakki 2020) sehingga dari ayat ini, makanan yang baik adalah makanan yang memiliki kualitas gizi kimiawi dan fisis yang baik, seperti bau, rasa, warna, dan tekstur, antara lain.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa :

1. Intensitas dan lama paparan paparan sinar UV-C dapat mempengaruhi nilai pH pada daging udang vanamei. Pada intensitas 0-75  $mW/cm^2$  dan lama paparan 15-60 menit terjadi peningkatan nilai pH yaitu dari 6,03 menjadi 7,2. Hal tersebut dapat terjadi karena Paparan sinar UV-C dapat mengubah struktur molokuler dalam daging udang yang menyebabkan peningkatan pH.
2. Pada variasi intensitas dan lama paparan sinar UV-C tidak mempengaruhi kadar protein pada daging udang vanemi. Pada kelompok kontrol diperoleh kadar protein 5,56 %. Kadar protein pada kelompok eksperimen 50  $mW/cm^2$  di setiap lama pparannya mengalami peningkatan menjadi 15,52 %. Tetapi pada kelompok eksperimen 75  $mW/cm^2$  mengalami penurunan yang signifikan di setiap menitnya menjadi 9,70% sehingga menghasilkan kadar protein yang tidak signifikan. Hal tersebut dapat terjadi karena sinar UV-C lebih berpengaruh pada inaktivasi enzim melalui dua jalur utama: oksidasi langsung yang berasal dari absorpsi radiasi oleh protein, dan perubahan struktural protein yang mengarah pada inaktivasi enzim.
3. Variasi intensitas dan lama paparan sinar UV-C dapat mempengaruhi kadar histamin pada daging udang vaname. Pada inetnsitas 0-75  $mW/cm^2$  dan lama paparan 15-60 menit kadar histamin mengalami penurunan dari

3,38 ppm menjadi 3,21 ppm. semakin besar intensitas dan semakin lama paparan sinar UV-c semakin menurun kadar histaminnya. Hal tersebut dapat terjadi karena Paparan sinar UV-C dapat mengurangi kadar histamin pada udang karena sinar UV-C memiliki efek inaktivasi terhadap bakteri pembentuk histamin (HFB).

## **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian , maka penulis menyarankan :

1. Diperlukan dilakukan penelitian lanjut mengenai variasi dan lama paparan sinar UV-C terhadap indikator lain pada produk makanan yang dapat mejadi referensi dalam pengawetan makanan.
2. Diupayakan pada saat proses penelitian menjaga kebersihan alat dan bahan agar tidak terkontaminasi pada sampel.

## DAFTAR PUSAKA

- Afida, Anisa Nur, and Mukarramah Mustari. 2019. "Matahari Dalam Perspektif Sains Dan Al-Qur'an." *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 2 (1): 27–35.
- Afif, Wahid Nur. 2019. "Bintang Dalam Perspektif Al-Quran (Studi Tafsir Tematik)."
- Ansar, Ansar, Sukmawaty Sukmawaty, and Surya Abdul Muttalib. 2019. "Pengaruh Sinar UV Terhadap pH Dan Total Padatan Terlarut Nira Aren (Arenga Pinnata Merr) Selama Penyimpanan."
- Arinda, Ika Devi. 2014. "Pengaruh Daya Dan Lama Penyinaran Sinar Ultraviolet-C Terhadap Total Mikroba Sari Buah Salak Pondoh."
- Ashie, I. N. A., J. P. Smith, B. K. Simpson, and Norman F. Haard. 1996. "Spoilage and Shelf-life Extension of Fresh Fish and Shellfish." *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 36 (1–2): 87–121. <https://doi.org/10.1080/10408399609527720>.
- Astria, Fanny, Mery Subito, and Deny W Nugraha. 2014. "Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway." *Universitas Tadulako, Sulawesi Tengah*.
- Astuti, Anisa Dwi. 2017. "Pengukuran Serapan Ultraviolet Pada Kaca Film Menggunakan Sensor UVM-30A Berbasis Mikrokontroler Atmega8535."
- Baihaki, Baihaki, and Nor Faridatunnisa. 2020. "TELAAH TAFSIR SUFISTIK: Studi Atas Penafsiran Ayat-Ayat Tentang Nur Dalam Tafsir Al-Qur'an Al-'Azhim Karya Sahal Al-Tustari." *Jurnal Ilmiah Ilmu Ushuluddin* 19 (2): 106–23.
- Bhardwaj, Sanjeev K., Harpreet Singh, Akash Deep, Madhu Khatri, Jayeeta Bhaumik, Ki-Hyun Kim, and Neha Bhardwaj. 2021. "UVC-Based Photoinactivation as an Efficient Tool to Control the Transmission of Coronaviruses." *Science of The Total Environment* 792 (October):148548. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148548>.
- Boziaris, Ioannis S., Aikaterini Kordila, and Christos Neofitou. 2011. "Microbial Spoilage Analysis and Its Effect on Chemical Changes and Shelf-life of Norway Lobster ( *Nephrops Norvegicus* ) Stored in Air at Various Temperatures." *International Journal of Food Science & Technology* 46 (4): 887–95. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02568.x>.
- Burhanuddin, Andi Iqbal. 2015. *Mewujudkan Poros Maritim Dunia*. Deepublish.
- Cao, Wenhong, Caiyun Tan, Xiaojian Zhan, Huiyi Li, and Chaohua Zhang. 2014. "Ultraviolet Irradiation and Gradient Temperature Assisted Autolysis for

- Protein Recovery from Shrimp Head Waste.” *Food Chemistry* 164 (December):136–41. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.05.042>.
- Cao, Wenhong, Shen Tian, He Wang, Chaohua Zhang, and Jianjun Yuan. 2020. “Release Principle of Peptides and Amino Acids during the Autolysis of Shrimp Head from *Litopenaeus Vannamei* after UV-C Irradiation Stress.” *Food Science & Nutrition* 8 (1): 170–78. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1288>.
- Castell-Perez, M. Elena, and Rosana G. Moreira. 2021. “Irradiation and Consumers Acceptance.” In *Innovative Food Processing Technologies*, 122–35. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815781-7.00015-9>.
- Chintya, Resy Dwi, and Fithri Choirun Nisa. 2015. “Pengaruh Daya Lampu Dan Lama Iradiasi Ultraviolet Terhadap Karakteristik Sari Buah Murbei (Morus Alba L.) The Effect of Lamp Power and Length of Ultraviolet Irradiation on Characteristics of Mulberry (Morus Alba L.) Juice.” *Jurnal Pangan Dan Agroindustri* 3 (2): 610–19.
- Code of Practice for Fish and Fishery Products*. 2020. FAO and WHO. <https://doi.org/10.4060/cb0658en>.
- Corrêa, Thaila Quatrini, Kate Cristina Blanco, Érica Boer Garcia, Shirly Marleny Lara Perez, Daniel José Chianfrone, Vinicius Sigari Morais, and Vanderlei Salvador Bagnato. 2020. “Effects of Ultraviolet Light and Curcumin-Mediated Photodynamic Inactivation on Microbiological Food Safety: A Study in Meat and Fruit.” *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy* 30 (June):101678. <https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2020.101678>.
- Damongilala, Lena Jeane. 2021. “Kandungan Gizi Pangan Ikani.”
- Das, Joyati, and Hari Niwas Mishra. 2023. “A Comprehensive Review of the Spoilage of Shrimp and Advances in Various Indicators/Sensors for Shrimp Spoilage Monitoring.” *Food Research International* 173 (November):113270. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.113270>.
- Dhillon, Gurpreet Singh, and Surindara Kaura, eds. 2016. *Agro-Industrial Wastes as Feedstock for Enzyme Production: Apply and Exploit the Emerging and Valuable Use Options of Waste Biomass*. London, United Kingdom: Elsevier Academic Press.
- Eakpetch, P., S. Benjakul, W. Visessanguan, and K. Kijroongrojana. 2008. “Autolysis of Pacific White Shrimp ( *Litopenaeus Vannamei* ) Meat: Characterization and the Effects of Protein Additives.” *Journal of Food Science* 73 (2). <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2007.00630.x>.
- Fajariyah, Aviana, Unggul P Juswono, and Chomsin S Widodo. 2014. “Pengaruh Radiasi Gelombang Radio Wi-Fi Pada Kandungan Protein Telur Ayam Ras.” *Jurnal Universitas Brawijaya*.



- Fan, Ying, Keith R. Schneider, and Paul J. Sarnoski. 2022. "Determining Spoilage of Whiteleg Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) during Refrigerated Storage Using Colorimetric Strips." *Food Chemistry: X* 14 (June):100263. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100263>.
- Fei, Fan, Baoliang Liu, Xiaoqiang Gao, Xinyi Wang, Ying Liu, and Huang Bin. 2020a. "Effects of Supplemental Ultraviolet Light on Growth, Oxidative Stress Responses, and Apoptosis-Related Gene Expression of the Shrimp *Litopenaeus Vannamei*." *Aquaculture* 520 (April):735013. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735013>.
- . 2020b. "Effects of Supplemental Ultraviolet Light on Growth, Oxidative Stress Responses, and Apoptosis-Related Gene Expression of the Shrimp *Litopenaeus Vannamei*." *Aquaculture* 520 (April):735013. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.735013>.
- Fennema's Food Chemistry, Fifth Edition*. 2017. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315372914>.
- Fitriyah, Qoriatul, Yeni Delfiana Siahaan, and Muhammad Prihadi Eko Wahyudi. 2022. "Alat Sterilisasi Lampu UVC Portable Berbasis IOT." *Jurnal Integrasi* 14 (1): 8–13.
- García-Soto, Bibiana, José M. Miranda, Jorge Barros-Velázquez, and Santiago P. Aubourg. 2015. "Quality Changes during the Frozen Storage of the Crustacean Lobster Krill (*Munida* Spp.)." *European Journal of Lipid Science and Technology* 117 (4): 431–39. <https://doi.org/10.1002/ejlt.201400309>.
- Haliman, Rubiyanto Widodo, and Dian Adijaya. 2005. "Udang *Vannamei*." *Penebar Swadaya. Jakarta* 75.
- Halliday, David. 1993. "Fisika Jilid 2 Edisi Ketiga." In , Ketiga, 957 halaman. Jakarta : Erlangga. Halliday, David, 1993. Fisika. Jakarta : Erlangga.
- Harjunowibowo, Dewanto. 2010. "Perangkat Lunak Deteksi Uang Palsu Berbasis LVQ Memanfaatkan Ultraviolet." In . Vol. 7.
- Hermawan, Okky, Ahmad Taufiq Mukti, and M. Yasin. 2020. "KANDUNGAN FORMALIN PADA UDANG VANAME SETELAH PERENDAMAN FORMALIN DENGAN DOSIS YANG BERBEDA." *Journal of Aquaculture and Fish Health* 9 (1): 69. <https://doi.org/10.20473/jafh.v9i1.15915>.
- Imaizumi, Teppei, Mizuha Yamauchi, Madoka Sekiya, Yutaro Shimonishi, and Fumihiko Tanaka. 2018. "Responses of Phytonutrients and Tissue Condition in Persimmon and Cucumber to Postharvest UV-C Irradiation." *Postharvest Biology and Technology* 145 (November):33–40. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2018.06.003>.

- Indonesia, Standar Nasional. 2013. "Ikan Segar." *Online*): <Http://Server2.Docfoc.Com/Uploads Z 2015>.
- Istinaroh, N. 2019. "Analisis Kadar Protein Pada Tahu Putih, Tahu Susu Dan Tahu Bulat." *Jurnal Agroteknologi FP Universitas Muhammadiyah Jember* 2 (3): 1–20.
- Januar, Hedi Indra. 2009. "Perbandingan Beberapa Metode Analisis Histamin Untuk Produk Perikanan." *Squalen Bulletin of Marine and Fisheries Postharvest and Biotechnology* 4 (2): 48–54.
- Jara, Nicole, Nataly S. Milán, Ashiqur Rahman, Lynda Mouheb, Daria C. Boffito, Clayton Jeffryes, and Si Amar Dahoumane. 2021. "Photochemical Synthesis of Gold and Silver Nanoparticles—A Review." *Molecules* 26 (15): 4585. <https://doi.org/10.3390/molecules26154585>.
- Jia, Xu-Ying, Da-Sen Zhong, Dan Zhang, Fang Wang, and Wen-Li Zhou. 2018. "Energy Metabolic Enzyme Responses of *Litopenaeus Vannamei* to Thermal Stress: A Comparative Study in Freshwater and Seawater Conditions." *Aquaculture International* 26 (4): 1067–81. <https://doi.org/10.1007/s10499-018-0268-9>.
- Koutchma, Tatiana. 2014. "Introduction." In *Food Plant Safety*, 1. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416620-2.00001-1>.
- Kustyawati, Maria Erna, Filli Pratama, Samsul Rizal, Esa Ghanim Fadhallah, and Abdullah Aman Damai. 2021. "Quality and Shelf Life of White Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*) Processed with High-Pressure Carbon Dioxide (HPCD) at Subcritical and Supercritical States." Edited by Flora V. Romeo. *Journal of Food Quality* 2021 (June):1–13. <https://doi.org/10.1155/2021/6649583>.
- Lázaro, César A., Maria Lúcia G. Monteiro, and Carlos A. Conte-Junior. 2020. "Combined Effect of Modified Atmosphere Packaging and UV-C Radiation on Pathogens Reduction, Biogenic Amines, and Shelf Life of Refrigerated Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) Fillets." *Molecules* 25 (14): 3222. <https://doi.org/10.3390/molecules25143222>.
- Mangunwardoyo, Wibowo, Romauli Aya Sophia, and Endang Sri Heruwati. 2010. "Seleksi Dan Pengujian Aktivitas Enzim L-Histidine Decarboxylase Dari Bakteri Pembentuk Histamin." *Makara Journal of Science*.
- Maulana, Hilman, Eddy Afrianto, and Ike Rustikawati. 2012. "Analisis Bahaya Dan Penentuan Titik Pengendalian Kritis Pada Penanganan Tuna Segar Utuh Di PT. Bali Ocean Anugrah Linger Indonesia Benoa-Bali." *Jurnal Perikanan Kelautan* 3 (4).
- Mauliyani, Evi, Muhamad Agus Wibowo, and Rudi Rianto. 2016. "Uji Kualitatif Histamin Menggunakan Kit Histakit Pada Ikan Patin Jambal (*Pangasius*

- Djambal) Selama Penyimpanan Suhu Dingin.” *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 5 (3).
- Monteiro, Maria Lúcia G., Denes K.A. Rosário, Anna Paula A. De Carvalho, and Carlos A. Conte-Junior. 2021. “Application of UV-C Light to Improve Safety and Overall Quality of Fish: A Systematic Review and Meta-Analysis.” *Trends in Food Science & Technology* 116 (October):279–89. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.027>.
- Muzakki, Fauzan Ra’if. 2020. “Konsep Makanan Halal Dan Thayyib Terhadap Kesehatan Dalam Al-Qur’an (Analisis Kajian Tafsir Tematik).”
- Nasution, Reza Pahlevi, Sri Trisnowati, and Eka Tarwaca Susila Putra. 2013. “Pengaruh Lama Penyinaran Ultraviolet-c Dan Cara Pengemasan Terhadap Mutu Buah Stroberi (*Fragaria x Ananassa Duchesne*) Selama Penyimpanan.” *Vegetalika* 2 (2): 87–99.
- Nevado, Daniel Lance, Sophia Delos Santos, Gelian Bastian, Jimson Deyta, El-jay Managuelod, Jamil Allen Fortaleza, and Rener De Jesus. 2023a. “Detection, Identification, and Inactivation of Histamine-Forming Bacteria in Seafood: A Mini-Review.” *Journal of Food Protection* 86 (3): 100049. <https://doi.org/10.1016/j.jfp.2023.100049>.
- Niemz, Markolf H. 2004. *Laser-Tissue Interactions: Fundamentals and Applications ; with 33 Tables*. 3., enl. Ed. Biological and Medical Physics, Biomedical Engineering. Berlin Heidelberg New York Hong Kong London Milan Paris Tokyo: Springer.
- Odeyemi, Olumide A., Christopher M. Burke, Christopher C.J. Bolch, and Roger Stanley. 2018. “Seafood Spoilage Microbiota and Associated Volatile Organic Compounds at Different Storage Temperatures and Packaging Conditions.” *International Journal of Food Microbiology* 280 (September):87–99. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2017.12.029>.
- Okik Hendriyanto, Cahyonugroho. 2010. “Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet Dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E. Coli.” *Envirotek: Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan* 2 (1): 18–23.
- Oktariani, Adnorita Fandah, Yan Ramona, Putu Eka Sudaryatma, Ida Ayu Mirah Meliana Dewi, and Kalidas Shetty. 2022. “Role of Marine Bacterial Contaminants in Histamine Formation in Seafood Products: A Review.” *Microorganisms* 10 (6): 1197. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061197>.
- Pauly, Daniel, and Dirk Zeller. 2019. “Agreeing with FAO: Comments on SOFIA 2018.” *Marine Policy* 100 (February):332–33. <https://doi.org/10.1016/J.Marpol.2018.12.009>.

Perikanan, Identifikasi Bakteri Patogen Pada Produk. N.D.-A. “Dengan Teknik Molekuler.”. N.D.-B. “Dengan Teknik MOLEKULER.”

*Polymer Optical Fibres*. 2017. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/C2014-0-00562-X>.

Pramono, Heru, Tri Wahyuni, Wahyu Ardianto, and Fareza Ferdyna Nanda Sumartono. 2018. “EFFECT OF CHITOSAN COATINGS ON PRESERVATION OF RED SNAPPER (*Lutjanus Argentimaculatus* Forsskal, 1775 ) DURING LOW TEMPERATURE STORAGE.” *JFMR- Journal Of Fisheries And Marine Research* 2 (3): 173–77. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2018.002.03.5>.

Robbins, Cotran. 2008. “Buku Saku Dasar Patologis Penyakit, Edisi 7.”

Sadler, George D., and Patricia A. Murphy. 2010. “pH and Titratable Acidity.” In *Food Analysis*, edited by S. Suzanne Nielsen, 219–38. Food Science Texts Series. Boston, MA: Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_13).

Setyarini, Vista Dwi, Indah Lestari, and Christ Kartika Rahayuningsih. 2019. “Kadar Histamin Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Dan Identifikasi Bakteri Pembentuk Histamin.” *Analisis Kesehatan Sains* 8 (1).

Shihab, M Quraish. 2007. “*Membumikan*” *Al-Quran: Fungsi Dan Peran Wahyu Dalam Kehidupan Masyarakat*. Mizan Pustaka.

Sipahutar, Yuliati H, M Rifqi Suryanto Suryanto, Husnul K Ramli, Riza B Pratama, and Muhammad Irsyad. 2020. “Laju Melanosis Udang Vanamei (*Litopenaeus Vannamei*) Pada Tambak Intensif Dan Tambak Tradisional Di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan.” *Prosiding Simposium Nasional Kelautan Dan Perikanan* 7.

Subandiyono, Subandiyono, and Sri Hastuti. 2016. “Buku Ajar Nutrisi Ikan.”

Wahjuni, S. 2014. “Dasar-Dasar Biokimia.”

Wang, Fengqi, Hangyu Zhong, and Jun-Hu Cheng. 2022. “Comprehensive Analysis of the Structure and Allergenicity Changes of Seafood Allergens Induced by Non-Thermal Processing: A Review.” *Molecules* 27 (18): 5857.

Ware, Michael, and Justin Peatross. 2015. *Physics of Light and Optics (Black & White)*. Lulu. com.

WIRANTI, JIHAN. 2016. “Pengujian Histamin Pada Produk Perikanan Di Upt. Pengendalian Dan Pengujian Mutu Hasi Perikanan (Ppmhp) Surabaya, Jawa Timur.”

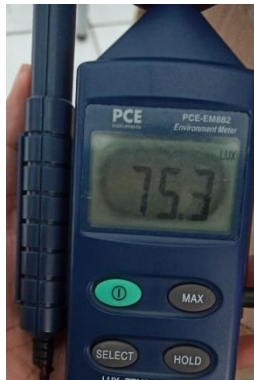
Wittig, Curt. 2003. “Photochemistry, Molecular.” In *Encyclopedia of Physical Science and Technology*, 29–47. Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B0-12-227410-5/00563-9>.

- Wu, Dan, Mengqi Li, Jie Ding, Jingru Zheng, BeiWei Zhu, and Songyi Lin. 2020. "Structure-Activity Relationship and Pathway of Antioxidant Shrimp Peptides in a PC12 Cell Model." *Journal of Functional Foods* 70 (July):103978. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103978>.
- Wyban, James, and James N Sweeney. 1991. *Intensive Shrimp Production Technology: The Oceanic Institute Shrimp Manual*. The Institute.
- Yuliani Putri, Nursyifa, Elanda Fikri, and Nany Djuhriah. 2021. "Efektivitas Melt Blown Filter Cartridge Dan Sinar Uv-C Terhadap Penurunan Total Coliform Pada Air Proses Produksi Di Pt. X." *Jurnal Kesehatan Siliwangi* 2 (2): 588–97. <https://doi.org/10.34011/jks.v2i2.7>.

# LAMPIRAN

# LAMPIRAN 1

## DOKUMENTASI PENGAMBILAN DATA



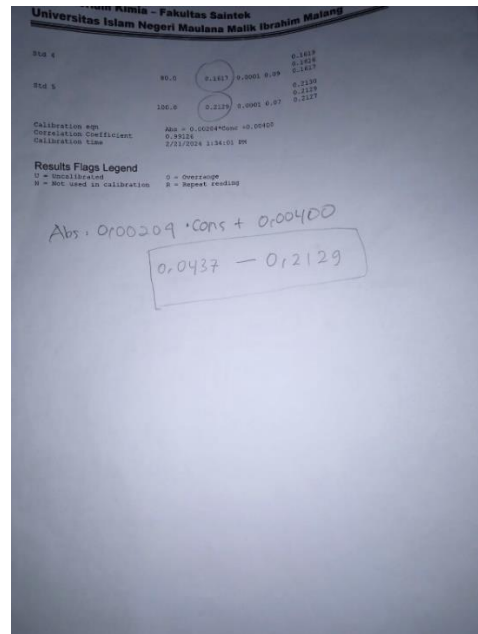
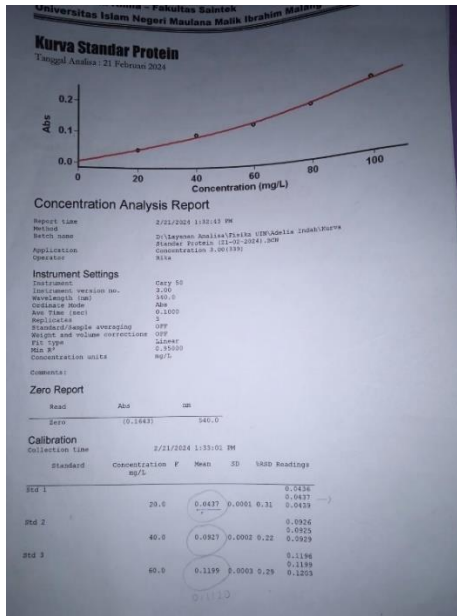
LAMPIRAN 2

TABEL PERHITUNGAN DATA

1. Tabel Perhitungan Protein

Lama Paparan (menit)	Intensitas (mW2/cm)	Absorbansi Protein			Rata-Rata	Konsentrasi Protein			Rata-Rata	% Protein			Rata-Rata
		U1	U2	U3		U1	U2	U3		U1	U2	U3	
0	0	0,0496	0,0597	0,0729	0,060733333	22,352	27,303	33,774	27,809666667	4,47	5,46	6,754	5,561333333
15		0,0496	0,0597	0,0729	0,060733333	22,352	27,303	33,774	27,809666667	4,47	5,46	6,754	5,561333333
30		0,0496	0,0597	0,0729	0,060733333	22,352	27,303	33,774	27,809666667	4,47	5,46	6,754	5,561333333
45		0,0496	0,0597	0,0729	0,060733333	22,352	27,303	33,774	27,809666667	4,47	5,46	6,754	5,561333333
60		0,0496	0,0597	0,0729	0,060733333	22,352	27,303	33,774	27,809666667	4,47	5,46	6,754	5,561333333
0	50	0,0822	0,072	0,0959	0,083366667	38,3	33,3	45,049	38,883	7,66	6,66	9,009	7,776333333
15		0,112	0,0915	0,0552	0,086233333	52,941	42,892	25,098	40,310333333	10,588	8,578	5,019	8,061666667
30		0,0917	0,1995	0,0647	0,118633333	42,99	95,83	29,754	56,191333333	8,598	19,166	5,95	11,238
45		0,1719	0,1982	0,0774	0,149166667	82,303	95,196	35,98	71,159666667	16,46	19,039	7,196	14,23166667
60		0,2527	0,1684	0,0659	0,162333333	121,911	80,588	30,343	77,614	24,398	16,119	6,068	15,52833333
0	75	0,0729	0,096	0,1179	0,0956	33,774	45,098	55,83	44,900666667	6,745	9,019	11,166	8,976666667
15		0,0751	0,094	0,0924	0,087166667	34,852	44,117	43,3	40,756333333	6,97	18,823	8,66	11,48433333
30		0,0925	0,073	0,0774	0,080966667	43,382	33,823	35,98	37,728333333	8,676	6,764	7,196	7,545333333
45		0,0938	0,1352	0,0797	0,1029	44,019	64,313	37,107	48,479666667	8,803	12,862	7,421	9,695333333
60		0,0891	0,1375	0,0823	0,102966667	41,715	65,441	38,382	48,512666667	8,343	13,088	7,676	9,702333333

2. Kurva Standar Kadar Protein



3. Uji Faktorial pH

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: pH

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	1963,597 <sup>a</sup>	15	130,906	5213,088	,000
Intensitas	6,992	2	3,496	139,230	,000
lama_paparan	1,987	4	,497	19,779	,000
Intensitas * lama_paparan	1,012	8	,126	5,038	,001



Error	,753	30	,025		
Total	1964,350	45			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = ,999)

#### 4. Uji Factorial Kadar Protein

##### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: protein

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	3922,810 <sup>a</sup>	15	261,521	15,595	,000
intenistas	263,144	2	131,572	7,846	,002
lama_paparan	51,415	4	12,854	,766	,555
intenistas * lama_paparan	120,987	8	15,123	,902	,528
Error	503,096	30	16,770		
Total	4425,906	45			

a. R Squared = ,886 (Adjusted R Squared = ,829)

#### 5. Uji Faktorial Kadar Histamin

##### Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Histamin

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Model	466,220 <sup>a</sup>	15	31,081	14274,956	,000
intensitas	,745	2	,373	171,131	,000
lama_paparan	1,309	4	,327	150,321	,000
intensitas * lama_paparan	,911	8	,114	52,311	,000
Error	,065	30	,002		
Total	466,285	45			

a. R Squared = 1,000 (Adjusted R Squared = 1,000)

#### 6. Uji DMRT pH

##### pH

Duncan<sup>a</sup>

Lama_paparan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1,00	9	6,200	
2,00	9	6,556	6,556
3,00	9	6,667	6,667
4,00	9		6,722

5,00	9		6,800
Sig.		,051	,321

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 9,000.

### pH

Duncan<sup>a</sup>

Intensitas	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1,00	15	6,0333	
2,00	15		6,8267
3,00	15		6,9067
Sig.		1,000	,468

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 15,000.

### 7. Uji DMRT Kadar Histamin

#### Histamin

Duncan<sup>a</sup>

lama_paparan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	9	2,89611	
3	9		3,16644
2	9		3,27633
4	9		3,33733
5	9		3,36633
Sig.		1,000	,068

#### Histamin

Duncan<sup>a</sup>

intensias	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	15	3,07000	
2	15	3,17553	
1	15		3,38000
Sig.		,222	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**pH**Duncan<sup>a</sup>

lamapaparanXintensitas	N	Subset for alpha = 0.05			
		1	2	3	4
1	3	6,033			
2	3	6,033			
3	3	6,033			
4	3	6,033			
5	3	6,033			
6	3	6,033			
11	3	6,033			
7	3		6,800		
12	3		6,833		
8	3		6,967	6,967	
13	3		7,000	7,000	7,000
9	3		7,033	7,033	7,033
14	3			7,100	7,100
10	3			7,133	7,133
15	3				7,233
Sig.		1,000	,074	,200	,074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

### histamin

Duncan<sup>a</sup>

lamapaparanXintensitas	N	Subset for alpha = 0.05				
		1	2	3	4	5
13	3	3,03300				
8	3	3,08633				
7	3	3,11567				
15	3		3,21533			
14	3		3,25367	3,25367		
12	3			3,33333	3,33333	
9	3				3,37833	
1	3				3,38000	
2	3				3,38000	
3	3				3,38000	
4	3				3,38000	
5	3				3,38000	
6	3				3,38000	
11	3				3,38000	
10	3					3,50367
Sig.		,070	,367	,067	,348	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.



### JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

#### IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200604110020  
Nama : ADELIA INDAH RAMADHANI  
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jurusan : FISIKA  
Dosen Pembimbing 1 : Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si  
Dosen Pembimbing 2 : AHMAD ABTOKHI,M.Pd  
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : PENGARUH LAMA PAPARAN SINAR ULTRAVIOLET C TERHADAP DERAJAT KEASAMAN, KANDUNGAN PROTEIN DAN KANDUNGAN HISTAMIN PADA UDANG VANNAMEI (*litopenaeus vannamei*)

#### IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	28 Agustus 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi judul	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	30 Agustus 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi judul dan outline	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	14 September 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi bab 1	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	24 Oktober 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi bab 2 dan revisi bab 1	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	30 Oktober 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi bab 3 dan revisi bab 2	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	07 November 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	revisi bab 3 dan konsultasi persiapan seminar proposal	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	20 Desember 2023	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi revisi seminar proposal	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	05 Februari 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi terkait proses penelitian	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	16 Mei 2024	Dr. Drs.MOKHAMMAD TIRONO,M.Si	konsultasi terkait bab 4 dan 5	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	16 Mei 2024	AHMAD ABTOKHI,M.Pd	konsultasi terkait ayat al-quran untuk bagian integrasi	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	22 Mei 2024	AHMAD ABTOKHI,M.Pd	konsultasi terkait intergrasi pada bab 4	Genap 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Telah disetujui  
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Dosen Pembimbing 2

AHMAD ABTOKHI,M.Pd

Malang, \_\_\_\_\_

Dosen Pembimbing 1

Dr. Drs. MOKHAMMAD TIRONO,M.Si

