

**PENDUGAAN MASA SIMPAN UDANG KEMAS BERBUMBU PADA  
SUHU DINGIN DENGAN METODE ARRHENIUS**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Bagus Wahyu Kuncoro  
1714231013**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2022**

## **ABSTRACT**

### **SHELF LIFE OF SPICED PACKED SHRIMP AT COLD TEMPERATURES WITH ARRHENIUS METHOD**

**By**

**BAGUS WAHYU KUNCORO**

Vannamei shrimp (*Litopenaeus vannamei*) are easily damaged after harvesting. The Shrimp can be processed in a variety of ways, including dried and frozen whole, processed without heads, and peeled. Another option for extending the shelf life of vaname shrimp is to immerse it in seasoning liquid, which can result in seasoned instant shrimp products containing antioxidants and antibacterials. The purpose of this study was to determine the shelf life of seasoned packaged shrimp stored at 10°C, 20°C, and room temperature ( $\pm 30^\circ\text{C}$ ) for 25 days and to observe changes in the water content of spiced shrimp. This study employs the Accelerated Shelf Life Testing (ASLT) method based on Arrhenius with Microsoft Excel software, which is presented in graphs and tables and then discussed descriptively. According to the findings of this study, seasoned shrimp have a shelf life of 25 days at 10 °C, 20 days at 20 °C, and 15 days at room temperature (30 °C).

**Keywords:** Arrhenius, ASLT, seasoned shrimp, shelf life

## **ABSTRAK**

### **PENDUGAAN MASA SIMPAN UDANG KEMAS BERBUMBU PADA SUHU DINGIN DENGAN METODE ARRHENIUS**

**Oleh**

**BAGUS WAHYU KUNCORO**

Udang vaname (*Litopenaeus Vannamei*) bersifat mudah rusak setelah dipanen. Udang dapat diolah dengan berbagai variasi, diantaranya kering dan beku dalam bentuk utuh, diolah tanpa kepala dan sudah dikupas. Alternatif lain dalam memperpanjang umur simpan udang vaname adalah dengan perlakuan pencelupan ke dalam cairan bumbu yang dapat menghasilkan produk udang instan bumbu yang mengandung antioksidan dan antibakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui masa simpan udang kemas berbumbupada suhu bertingkat 10°C, 20°C dan suhu ruang ( $\pm 30^\circ\text{C}$ ) yang disimpan selama 25 hari dan diamati perubahan dari kadar air udang bumbu. Penelitian ini menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing (ASLT)* mengikuti persamaan Arrhenius dengan software *Microsoft Excel* yang disajikan dalam grafik dan table lalu dibahas secara deskriptif. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa umur simpan udang berbumbu adalah 25 hari pada suhu 10°C, 20 hari pada suhu 20°C dan 15 hari pada suhu ruang ( $\pm 30^\circ\text{C}$ ).

**Kata kunci** : Arrhenius, ASLT, udang berbumbu, umur simpan

**PENDUGAAN MASA SIMPAN UDANG KEMAS BERBUMBU PADA  
SUHU DINGIN DENGAN METODE ARRHENIUS**

**Oleh**

**BAGUS WAHYU KUNCORO**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

**Pada**

**Jurusan Teknologi Hasil Pertanian  
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
2022**

Judul Skripsi : **PENDUGAAN MASA SIMPAN UDANG  
BERBUMBU PADA SUHU DINGIN DENGAN  
METODE ARRHENIUS**

Nama Mahasiswa : **Bagus Wahyu Kuncoro**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1714231013**

Program Studi : **Teknologi Hasil Pertanian**

Fakultas : **Pertanian**



**MENYETUJUI,**

**1. Komisi Pembimbing**



**Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc.**  
NIP. 19611129 198703 2 010



**Dyah Koesoemawardani, S.Pi., M.P.**  
NIP. 19701027 199512 2 001

**2. Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian**



**Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A.**  
NIP. 19721006 199703 1 005

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

Ketua

: **Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc.**



Sekretaris

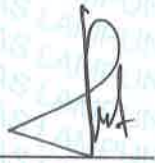
: **Dyah Koesoemawardani, S.Pi., M.P.**



Penguji

Bukan Pembimbing

: **Dr. Sri Hidayati, S.T.P, M.P.**



**2. Dekan Fakultas Pertanian**



**Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.**

NIP. 1961020 198603 1 002



**Tanggal Lulus Ujian : 08 Desember 2022**

## **PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Bagus Wahyu Kuncoro

NPM : 1714231013

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang saya tulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila di kemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandarlampung, 19 Juni 2023



**Bagus Wahyu Kuncoro**  
NPM. 1714231013

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 12 Agustus 1998 sebagai anak ketiga dari tiga bersaudara dari pasangan Bapak Sunarto dan Ibu Safrida. Penulis memiliki seorang kakak bernama Elvina Fridya Nartasari dan Dhanar Yoga Prasetya. Penulis menyelesaikan pendidikan Taman Kanak-Kanak di TK Pertiwi, Bandarlampung pada tahun 2004, Sekolah Dasar di SD Negeri 2 Rawa Laut pada tahun 2010, Sekolah Menengah Pertama di SMP Kartika II-2 Bandar Lampung pada tahun 2013, dan Sekolah Menengah Atas di SMA Utama 2 Bandar Lampung pada tahun 2016.

Pada tahun 2017, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik pada Bulan Februari-Maret 2021 di Kecamatan Rajabasa Kota Bandar Lampung. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) di CV. Vanana Jaya Sinergi PT dengan judul “Mempelajari Proses Produksi Dan Pengemasan Produk Keripik Pisang Lumer Di Cv. Vanana Jaya Sinergi Bandarlampung September 2021.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam kegiatan kemahasiswaan yaitu menjadi Anggota Bidang dan Ketua Bidang Dana dan Usaha di Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung (HMJ THP FP Unila) periode 2018/2019 dan periode 2020/2021.



## SANWACANA

Puji syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT., karena atas Rahmat, Hidayah, dan Inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Pendugaan Masa Simpan Udang Kemas Berbumbu Pada Suhu Dingin Dengan Metode Arrhenius”. Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini telah mendapatkan banyak arahan, bimbingan, dan nasihat baik secara langsung maupun tidak sehingga penulis pada kesempatan ini mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
2. Bapak Dr. Erdi Suroso, S.T.P., M.T.A., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang memfasilitasi penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Ibu Dr. Dra. Maria Erna Kustyawati, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus sebagai Dosen Pembimbing Pertama, yang senantiasa memberikan kesempatan, izin penelitian, bimbingan, saran dan nasihat kepada penulis selama menjalani perkuliahan hingga menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Dyah Koesoemawardani, S. Pi., M.P., selaku Dosen Pembimbing Kedua, yang telah memberikan banyak bimbingan, arahan, masukan, serta dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Sri Hidayati, S.T.P, M.P., selaku Dosen Pembahas yang telah memberikan saran serta masukan terhadap skripsi penulis.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen pengajar, staf dan karyawan di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, yang

telah mengajari, membimbing, dan juga membantu penulis dalam menyelesaikan administrasi akademik.

7. Kedua kakak penulis bernama Elvina Fridya Nartasari dan Dhanar Yoga Prasetya, serta keluarga besar penulis yang senantiasa mengasihi, memberikan dukungan material dan spiritual, serta selalu menguatkan penulis selama ini.
8. Sahabat-sahabat penulis, Vina, Dila, Aris, Sandi dan Luhung atas doa, dukungan, semangat, canda tawa, kebersamaan selama ini, serta selalu siap untuk membantu atau sekadar mendengar keluh kesah penulis.
9. Teman-Teman, kakak-kakak di kepengurusan HMJ THP FP Unila, Aqshal, Azhar, Rechal, Adjie, Ikhwan, Riki, Dani, Aris, Asyraf, Arlan, Luhung, Wahyu, Sandi, seluruh angkatan THP 2017 serta adik-adik angkatan 2018, 2019, 2020 yang telah memberikan dukungan, semangat, telah menemani penulis tanpa pamrih dalam suka maupun duka dan pengalaman luar biasa selama penulis menjalani kehidupan kampus.
10. Kepada pihak-pihak lain yang belum disebutkan, penulis mengucapkan terimakasih banyak, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang kalian berikan.

Penulis berharap semoga Allah membalas seluruh kebaikan yang telah diberikan kepada penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca.

Bandar Lampung, .....2023  
Penulis

**Bagus Wahyu Kuncoro**

## DAFTAR ISI

|   | Halaman     |
|---|-------------|
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>               | <b>xiii</b> |
| <b>DAFTAR GAMBAR.....</b>               | <b>xiv</b>  |
| <b>I. PENDAHULUAN .....</b>             | <b>1</b>    |
| 1.1. Latar Belakang.....                | 1           |
| 1.2. Tujuan .....                       | 2           |
| 1.3. Kerangka Pemikiran .....           | 3           |
| 1.4. Hipotesis .....                    | 5           |
| <b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>       | <b>6</b>    |
| 2.1. Udang Vaname .....                 | 6           |
| 2.2. Kerusakan Udang Vaname .....       | 8           |
| 2.3. Kesegaran Udang Vaname .....       | 9           |
| 2.4. Udang Instan Berbumbu .....        | 10          |
| 2.5. Kemasan Polipropilen1.....         | 1           |
| 2.6. Penentuan Umur Simpanan .....      | 12          |
| 2.6.1. Extended Storage Studies.....    | 14          |
| 2.6.2. Accelerated Storage Studies..... | 14          |
| 2.6.3. Pendekatan Model Arrhenius ..... | 15          |
| 2.7. Orde Reaksi .....                  | 16          |
| 2.7.1. Reaksi Orde Nol .....            | 16          |
| 2.7.2. Reaksi Orde Satu .....           | 17          |
| <b>III. METODE PENELITIAN .....</b>     | <b>20</b>   |
| 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian .....  | 20          |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.2. Bahan dan Alat .....                               | 20        |
| 3.3. Metode Penelitian .....                            | 20        |
| 3.4. Pelaksanaan Penelitian .....                       | 21        |
| 3.4.1. Pembuatan Udang Bumbu .....                      | 21        |
| 3.4.2. Penentuan Titik Kritis .....                     | 23        |
| 3.4.3. Pengujian Umur Simpan .....                      | 23        |
| 3.4.4. Tahap Analisis dan Perhitungan Umur Simpan ..... | 23        |
| 3.4.5. Uji Hedonik .....                                | 28        |
| <b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>                   | <b>29</b> |
| 4.1. Uji Sensori .....                                  | 29        |
| 4.1.1. Aroma .....                                      | 29        |
| 4.2. Rasa .....   | 32        |
| 4.3. Penentuan Parameter dan Titik Kritis .....         | 33        |
| 4.4. Penurunan Mutu Udang Bumbu .....                   | 34        |
| 4.4.1. Kadar Air .....                                  | 34        |
| 4.5. Pendugaan Umur Simpan .....                        | 40        |
| <b>V. KESIMPULAN.....</b>                               | <b>42</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>                             | <b>43</b> |
| <b>LAMPIRAN .....</b>                                   | <b>48</b> |

## DAFTAR TABEL

| Tabel  | Halaman |
|--|---------|
| Tabel 1. Komposisi kimia udang vaname segar.....                               | 7       |
| Tabel 2. Data kadar air udang instan berbumbu selama penyimpanan.....          | 35      |
| Tabel 3. Nilai slope (k), intercept (b), dan korelasi ( $R^2$ ).....           | 37      |
| Tabel 4. Pendugaan umur simpan udang instan berbumbu.....                      | 41      |
| Tabel 5. Nilai rata-rata uji hedonik udang bumbu .....                         | 49      |
| Tabel 6. Nilai rata-rata uji kadar air .....                                   | 49      |
| Tabel 7. Nilai k dan $\ln k$ pada suhu penyimpanan berdasarkan kadar air ..... | 49      |

## DAFTAR GAMBAR

| Gambar  | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 1. Udang Vaname.....   | 6       |
| Gambar 2. Grafik antara parameter mutu dengan lama penyimpanan (hari).....    | 17      |
| Gambar 3. Grafik hubungan antara ln parameter mutu.....                       | 18      |
| Gambar 4. Grafik hubungan antara 1/T dengan ln k.....                         | 18      |
| Gambar 5. Diagram alir pembuatan udang instan berbumbu .....                  | 22      |
| Gambar 6. Penentuan titik kritis udang bumbu.....                             | 23      |
| Gambar 7. Pengujian umur simpan udang berbumbu .....                          | 24      |
| Gambar 8. Grafik regresi linear (ordo nol). .....                             | 25      |
| Gambar 9. Grafik regresi linear (ordo satu). .....                            | 25      |
| Gambar 10. Grafik hubungan antara nilai 1/T dengan ln k.....                  | 26      |
| Gambar 11. Diagram alir tahap analisis umur simpan udang bumbu .....          | 27      |
| Gambar 12. Kuisisioner hedonik .....  | 28      |
| Gambar 13. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan aroma.....       | 31      |
| Gambar 14. Histogram hubungan antara lama penyimpanan dengan rasa .....       | 33      |
| Gambar 15. Gambar regresi linear kadar air udang bumbu pada kemasan .....     | 34      |
| Gambar 16. Gambar regresi linear kadar air udang instan berbumbu ordo 0 ..... | 34      |
| Gambar 17. Gambar regresi linear kadar air udang instan berbumbu ordo 1 ..... | 35      |
| Gambar 18. Grafik hubungan antara ln k kadar air dengan 1/T.....              | 36      |
| Gambar 19. Gambar regresi linear kadar air udang instan berbumbu ordo 1 ..... | 50      |
| Gambar 20. Udang vaname yang sudah dibersihkan .....                          | 50      |
| Gambar 21. Udang vaname yang sedang direbus .....                             | 50      |
| Gambar 22. Persiapan pembuatan cairan bumbu .....                             | 50      |
| Gambar 23. Proses pemcelupan udang .....                                      | 50      |
| Gambar 24. Pengovenan udang bumbu .....                                       | 50      |
| Gambar 25. Penampakan udang bumbu yang sudah di oven.....                     | 50      |

|   |    |
|---|----|
| Gambar 26. Penampakan produk udang kemas berbumbu .....                         | 51 |
| Gambar 27. Pengukuran kadar air .....   | 51 |
| Gambar 28. Penimbangan kadar air udang bumbu .....                              | 51 |
| Gambar 29. Penyimpanan suhu 10°C hari ke-0 .....                                | 51 |
| Gambar 30. Penyimpanan suhu 20°C hari ke-0 .....                                | 51 |
| Gambar 31. Penyimpanan suhu ruang ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ) hari ke-0 .....  | 51 |
| Gambar 32. Penyimpanan suhu 10°C hari ke-5 .....                                | 52 |
| Gambar 33. Penyimpanan suhu 20°C hari ke-5 .....                                | 52 |
| Gambar 34. Penyimpanan suhu ruang ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ) hari ke-5 .....  | 52 |
| Gambar 35. Penyimpanan suhu 10°C hari ke-10 .....                               | 52 |
| Gambar 36. Penyimpanan suhu 20°C hari ke-10 .....                               | 52 |
| Gambar 37. Penyimpanan suhu ruang ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ) hari ke-10 ..... | 52 |
| Gambar 38. Penyimpanan suhu 10°C hari ke-15 .....                               | 53 |
| Gambar 39. Penyimpanan suhu 20°C hari ke-15 .....                               | 53 |
| Gambar 40. Penyimpanan suhu ruang ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ) hari ke-15 ..... | 53 |
| Gambar 41. Penyimpanan suhu 10°C hari ke-20 .....                               | 53 |
| Gambar 42. Penyimpanan suhu 20°C hari ke-20 .....                               | 53 |
| Gambar 44. Penyimpanan suhu 10°C hari ke-25 .....                               | 54 |
| Gambar 45. Penyimpanan suhu 20°C hari ke-25 .....                               | 54 |

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Udang vaname (*Litopenaeus Vannamei*) merupakan salah satu komoditas perikanan laut dimana udang ini memiliki nilai ekonomis yang tinggi di pasar domestik maupun global, diantaranya diproduksi oleh negara Asia salah satunya termasuk di Indonesia. Udang vaname banyak dikonsumsi dan digemari oleh masyarakat karena rasanya yang khas, permintaan udang ini dilihat pada pasar global di tahun 2018 secara berturut-turut sebesar 2.095.858 ton. Udang vaname memiliki beberapa keunggulan yaitu harga jual yang tinggi, mudah dibudidayakan, tahan terhadap penyakit, serta udang vanname ini mempunyai produktivitas tinggi karena kelangsungan hidupnya yang tinggi. Akan tetapi, di sisi lain, udang merupakan komoditas yang bersifat mudah rusak setelah dipanen atau ditangkap (Sugara, 2014), sehingga persoalan pengolahan udang sangat penting demi memperpanjang umur simpan udang.

Udang dapat diolah dengan berbagai variasi, diantaranya dikeringkan, dibekukan dalam bentuk utuh, udang yang diolah tanpa kepala, dan juga udang yang sudah dikupas. Pada udang kupas ini dijual di berbagai supermarket dan disajikan di dalam mesin pendingin. Udang kupas dalam penyimpanan suhu dingin mempunyai umur simpan yang terbatas, dan menimbulkan permasalahan dalam mutu kesegarannya (Erdogdu et.al., 2004). Alternatif lainnya dalam memperpanjang umur simpan udang vanname adalah dengan perlakuan pencelupan ke dalam cairan bumbu yang dapat menghasilkan produk udang instan berbumbu yang mengandung antioksidan dan antibakteri (Jianfeng, *et al*, 2017). Pengolahan udang dengan cara pencelupan kedalam cairan bumbu akan mengurangi kerusakan fisik, kimia maupun biologis udang. Cairan bumbu juga



berperan sebagai bahan pengawet yang dibutuhkan untuk mencegah aktivitas mikroorganisme agar kualitas udang senantiasa terjaga. Menurut Kustyawati, dkk. (2021) formulasi pada cairan bumbu pada produk udang instan ini yang paling disukai konsumen adalah garam 1,25 gram, gula 2,5 gram, jahe bubuk murni 1,25 gram, dan cuka lemon 7,5 ml dengan lama waktu pencelupan selama 30 menit.

Menurut Sun Jianfeng (2017), udang instan memiliki masa simpan selama 3 bulan dalam suhu kamar dengan rasa yang masih bisa diterima oleh konsumen. Udang berbumbu berpotensi untuk dijadikan produk udang instan berbumbu, yang dapat dikembangkan dalam penyimpanan suhu dingin. Pendinginan mempunyai pengaruh yang kecil terhadap perubahan mutu bahan pangan secara keseluruhan. Salah satu hal yang harus diperhatikan selama penyimpanan yaitu pengemasan, penyimpanan udang melalui pengemasan merupakan upaya dalam menghambat penyerapan uap air dari lingkungan oleh udangbumbu sehingga memperpanjang umur simpannya.

Menurut *The Institute of Food Technologists*, USA, umur simpan pada produk pangan dapat diartikan sebagai selang waktu antara saat produk diproduksi hingga saat dikonsumsi dimana produk masih dalam kondisi yang baik dari penampilan, rasa, tekstur dan nilai gizinya. Salah satu metode yang diterapkan dalam pendugaan umur simpan dengan menggunakan model Arrhenius. Seberapa lama masa simpan udang vaname yang disimpan pada suhu dingin dalam kemasan belum diketahui. Oleh karena itu, dalam penelitian ini mencari masa simpan yang tepat untuk udang bumbu dalam kemasan pada penyimpanan dingin dan suhu kamar terhadap perubahan sensorinya.

## **1.2 Tujuan**

Tujuan dari penelitian ini ialah mengetahui masa simpan udang berbumbu kemas pada suhu bertingkat 10°C, 20°C dan suhu ruang ( $\pm 30^\circ\text{C}$ ) dengan metode *Accelerated Shelf Life Testing (ASLT)* mengikuti model Arrhenius.

### 1.3 Kerangka Pemikiran

Udang instan berbumbu merupakan produk olahan udang yang dapat langsung dimakan oleh konsumen tanpa perlu melalui proses pengolahan lebih lanjut. Produk udang instan berbumbu juga sudah memiliki cita rasa khas akibat penggunaan cairan bumbu yang sudah diformulasikan pada saat proses pengolahan, cairan bumbu juga berperan sebagai bahan pengawet yang dibutuhkan untuk mencegah aktivitas mikroorganisme agar kualitas udang senantiasa terjaga. Pembuatan udang berbumbu dilakukan melalui perlakuan perebusan, pencelupan kedalam cairan berbumbu, dan kemudian dikeringkan sehingga menghasilkan produk udang instan berbumbu, bumbu yang digunakan adalah garam, gula, arak masak, cuka dan monosodium glutamate (Sun Jianfeng, *et al*, 2017). Kustyawati, dkk. (2021) menyatakan bahwa formulasi cairan bumbu produk udang instan berbumbu yang paling disukai konsumen adalah garam 1,25 gram, gula 2,5 gram, jahe bubuk murni 1,25 gram, dan cuka lemon 7,5 ml dengan waktu lama pencelupan selam 30 menit. Bumbu tersebut dapat membantu mengawetkan dan menambah cita rasa pada udang yang dihasilkan.

Menurut Sun Jianfeng (2017) Menyatakan bahwa udang instan bisa bertahan hingga 3 bulan dalam suhu kamar dengan rasa yang masih bisa diterima oleh konsumen. Salah satu kemasan yang dapat digunakan untuk mengemas udang instan berbumbu adalah kemasan polipropilen. Kemasan polipropilen dapat mempertahankan mutu produk, memberi perlindungan produk dari kotoran, pencemaran, kerusakan fisik, dapat menahan perpindahan gas dan uap air, serta menghindarkan produk dari kerusakan akibat pencahayaan dan oksidasi sehingga dapat memperpanjang umur simpan produk.

Menurut Harjan dkk (2018) umur simpan pada produk ikan julung-julung asap, masing-masing suhu penyimpanan yang berbeda, pada suhu 30°C diperoleh umur simpan selama 2 bulan 8 hari, pada suhu 40°C diperoleh umur simpan selama 4 bulan 3 hari dan suhu 50°C selama 7 bulan 4 hari, hasil tersebut menunjukkan bahwa umur simpan pada produk ikan roa asap sangat dipengaruhi oleh adanya kondisi RH di ruang penyimpanan, semakin tinggi RH maka semakin singkat

umur simpannya, begitupun sebaliknya. Hal ini disebabkan oleh tingginya laju penambahan air pada bahan dapat mengakibatkan laju penurunan mutu semakin cepat. Penyimpanan pada suhu dingin dapat mempertahankan mutu ( jangka pendek atau beberapa hari ) dan apabila disimpan pada suhu beku dapat bertahan dalam jangka waktu sampai selama satu tahun. Penyimpanan dengan suhu dingin dan beku juga dapat menghancurkan mikroba-mikroba pembusuk. Pada suhu dingin dan beku, terjadi kenaikan konsentrasi padatan intraseluler sehingga mengakibatkan perubahan fisik dan kimia sel-sel bakteri dan fungi penyebab busuk. Siburian (2012) menyatakan bahwa suhu dan waktu penyimpanan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan bakteri dan fungi pada ikan Bandeng. Pada suhu beku ( $-6^{\circ}\text{C}$ ) dan suhu dingin ( $10^{\circ}\text{C}$ ) penyimpanan dilakukan selama 24 jam dapat menghambat pertumbuhan bakteri dan fungi. Pertumbuhan yang sangat optimal bagi bakteri dan fungi terjadi pada penyimpanan dalam suhu kamar ( $30^{\circ}\text{C}$ ) selama 24 jam, 48 jam dan 72 jam.

Umur simpan produk dapat dilakukan dengan berbagai cara, diantaranya menggunakan kinetika seperti model paruh waktu dan model Arrhenius (Dermensonlougrou *et al.*, 2008). Metode ASLT menerapkan reaksi dengan persamaan Arrhenius. Model Arrhenius mempunyai beberapa asumsi, antara lain: (a) perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh satu macam pereaksi, (b) tidak ada faktor lain yang mengakibatkan perubahan mutu, (c) proses perubahan mutu dianggap bukan merupakan akibat dari proses-proses sebelumnya, dan (d) suhu penyimpanan dianggap tetap. Metode *Accelerated shelf-life testing* (ASLT) yang sering digunakan adalah model Arrhenius dan model kadar air kritis (Kusnandar, 2010). Metode Arrhenius merupakan pendugaan umur simpan dengan menggunakan metode simulasi. metode ini sangat baik untuk diterapkan dalam penyimpanan produk pada suhu penyimpanan yang relatif stabil dari waktu ke waktu. Selanjutnya laju penurunan mutu ditentukan dengan persamaan Arrhenius berdasarkan persamaan  $k = k_0 \cdot e^{-E_a/RT}$  (Wijaya 2007). Sejauh ini hanya dilakukannya penyimpanan udang segar di dalam suhu dingin untuk menentukan umur simpan udang, namun belum diketahui masa simpan dari udang berbumbu. Oleh karena itu, dilakukan penelitian masa simpan udang bumbu pada suhu

bertingkat untuk mengetahui kerusakan secara cepat dengan memanipulasi suhu penyimpanan dengan metode Arrhenius.

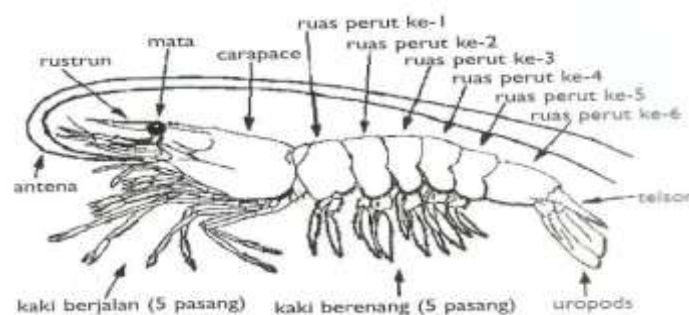
#### **1.4 Hipotesis**

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini ialah terdapat perubahan mutu aroma pada penyimpanan udang instant berbumbu dalam kemasan plastik PP.

## II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Udang Vaname

Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*) merupakan salah satu komoditas udang yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Udang vaname dapat ditemukan di perairan Benua Amerika seperti perairan Tumbes di Peru, perairan Pasifik di Timur Sonora, perairan utara Meksiko. Udang vaname mulai di produksi di Indonesia pada tahun 2001 saat menurunnya produksi udang windu. Udang vaname banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia karena kandungan gizi yang tinggi serta memiliki ketahanan tubuh yang lebih baik terhadap penyakit dibandingkan udang lain (Supono, 2017). Tubuh udang vannamei berwarna putih transparan, sehingga sering dikenal "white shrimp". Udang vaname memiliki tubuh yang berbuku-buku setiap kali tubuhnya membesar maka udang dapat berganti kulit luar (*eksoskeleton*) secara periodik (*moulting*). Morfologi tubuh udang vaname dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Udang Vaname

Sumber: <https://docplayer.info/>

Udang vaname termasuk dalam hewan avetebrata dengan tubuh yang memiliki ruas-ruas dimana setiap ruasnya terdapat sepasang anggota badan. Secara morfologi tubuh udang dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu bagian *cepalothorax* merupakan bagian kepala dan dada serta bagian *abdomen* merupakan bagian perut. *Carapace* merupakan kulit *chitin* yang tebal sebagai pelindung bagian *cepalothorax*. *Antenula*, *antena*, *mandibula*, dan sepasang *maxillae* merupakan bagian dari kepala udang vanamei. Kepala udang vaname dilengkapi dengan 5 pasang kaki jalan (*periopod*), *periopod* terdiri dari 2 pasang *maxillae* dan 3 pasang *maxilliped*. Perut udang vaname dilengkapi 6 ruas dan juga terdapat 5 pasang kaki renang (*pelepod*) dan sepasang *uropod* yang membentuk kipas secara bersama-sama (Wulandari, 2020).

Udang merupakan salah satu komoditas hasil perikanan yang memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Udang menjadi salah satu komoditas hasil perikanan yang berpotensi karena memiliki aroma yang spesifik dan gizi yang tinggi. Nilai ekonomis tersebut akan dipengaruhi oleh komposisi kimia dalam daging udang. komposisi kimia udang sangatlah penting yaitu dilihat dari segi manfaatnya sangatlah memenuhi kebutuhan gizi manusia, seperti kandungan protein, vitamin dan mineral. Komposisi kimia udang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia udang vaname segar

| Komponen    | Satuan | Jumlah |
|-------------|--------|--------|
| Kadar Air   | %      | 78,45* |
| Protein     | %      | 20,10  |
| Lemak       | %      | 0,51   |
| Kadar Abu   | %      | 1,23   |
| Karbohidrat | %      | 0,00   |
| Kalsium     | mg     | 64,00  |
| Besi        | mg     | 0,52   |
| Magnesium   | mg     | 35,00  |
| Fosfor      | mg     | 214,00 |
| Kalium      | mg     | 264,00 |
| Natrium     | mg     | 119,00 |
| Zinc        | mg     | 1,34   |
| Tembaga     | mg     | 0,391  |

Keterangan : \* menyatakan kadar air basis basah dengan konversi nilai kadar kering basis kering sebesar 364,04%

Sumber : *United States Departement of Agriculture* (2011).

Udang memiliki kandungan gizi yang sangat tinggi dan beragam yang berguna bagi tubuh manusia. Kandungan gizi dalam udang diantaranya adalah protein, vitamin, mineral, lemak, dan asam amino. Menurut *United States Departement of Agriculture* (2011) kandungan vitamin yang terdapat pada udang antara lain vitamin C, vitamin B6, vitamin A, vitamin E, dan masih banyak lagi. Udang juga mengandung senyawa aktif yang sangat bermanfaat bagi manusia, dimana senyawa aktif memiliki peran penting untuk kesehatan, pertumbuhan, dan perkembangan tubuh manusia. Menurut *Michaelsen et al.* (2011) senyawa aktif seperti asam lemak ( $\omega$ -3 dan  $\omega$ -6) pada udang dan ikan akan bermanfaat untuk pertumbuhan otak untuk anak, bayi, dan ibu hamil. Kandungan senyawa aktif yang dapat ditemukan dalam udang yaitu kitosan, mineral, lipid, dan karotenoidprotein yang memiliki nilai ekonomis tinggi. Dalam kaitan dengan senyawa aktif, udang merupakan salah satu sumber senyawa aktif tertinggi untuk golongan asam amino. Komposisi udang terdiri dari nutrien, asam amino esensial, komposisi lemak, makro mineral, dan mikro mineral.

## **2.2 Kerusakan Udang vaname**

Udang merupakan produk hasil perairan yang mudah mengalami kerusakan dan kemunduran mutu serta mempunyai umur simpan yang singkat. Proses penurunan mutu udang disebabkan oleh faktor-faktor yang berasal dari bahan udang itu sendiri dan faktor lingkungan. Penurunan mutu ini terjadi secara autolisis, bakteriologis, dan oksidasi (*Purwaningsih, 2000*). Penanganan udang harus dilakukan secara cepat, cermat, hati-hati, dan melalui sistem rantai dingin dengan tetap menjaga suhunya sekitar  $0^{\circ}\text{C}$ . Penanganan seperti ini dilakukan karena ciri produk udang yang sangat mudah rusak. Sifat mudah rusaknya bahan baku udang berkaitan dengan tingginya kandungan air (80%) dan kandungan asam amino bebas yang merupakan kondisi dan media yang sangat baik untuk pertumbuhan bakteri (*Farchan, 2007*).

Udang merupakan komoditi yang mudah mengalami kerusakan dengan masa simpan yang terbatas karena adanya pembentukan melanin atau lebih dikenal

sebagai blackspot, terutama selama penanganan dan penyimpanan. Kemunduran mutu udang sangat erat kaitannya dengan melanosis dan mikroba pembusuk (Gokoglu and Yerlikaya, 2008). Pembentukan melanosis merupakan perubahan warna yang terjadi karena adanya reaksi enzimatik oleh enzim polyphenoloxidase. Pembentukan melanosis dapat mempengaruhi parameter warna dan mempengaruhi penerimaan konsumen. Melanosis merupakan proses penurunan mutu yang terjadi pada udang selama penanganan dan penyimpanan (Perceka *et al.*, 2014). Melanosis merupakan bercak hitam yang timbul akibat aktivitas enzim PPO (*polifenoloksidase*), yang bertanggung jawab terhadap proses diskolorasi. Melanosis disebabkan oleh enzim polifenoloksidase (PPO) yang mengoksidasi fenol menjadi quinon. Polimerisasi quinon menyebabkan munculnya pigmen hitam yang menimbulkan warna kehitaman pada udang. Pigmen hitam ini tidak berbahaya bagi tubuh manusia, namun kehadiran pigmen ini dapat menyebabkan penolakan dari konsumen karena alasan kenampakan yang kurang menarik. Pembentukan melanosis pada udang selama penyimpanan postmortem, sangat merusak nilai pasar dan biasanya menyebabkan kerugian ekonomi.

### **2.3 Kesegaran Udang Vaname**

Udang yang bermutu baik akan memperlihatkan kenampakan yang segar, dengan warna dan bau yang khas sesuai spesifiknya. Namun setelah kenampakannya pucat dan lembek dengan bau yang tengik, udang sudah dikatakan busuk (Purwaningsih, 2000). Adapun ciri-ciri organoleptik udang yang berkualitas tinggi atau masih segar adalah sebagai berikut,

1. Kulit : berwarna terang dan jernih serta cemerlang, utuh belum ada bagian yang patah atau lepas, belum mengalami perubahan warna, kulit masih melekat pada daging dengan kuat serta sambungan antar ruas masih kokoh
2. Mata : bulat, hitam, tampak terang dan bercahaya
3. Daging : teksturnya kenyal (menandakan tahap rigor mortis masih berlangsung), daging dan bagian tubuh lain berbau segar spesifik jenis dan rasanya manis.



4. Bila ditaruh dalam air maka udang akan tenggelam.

Sedangkan udang yang telah mengalami pembusukan dapat diketahui organoleptiknya sebagai berikut:

1. Kulit : berwarna merah kecoklatan, pucat dan berlendir banyak, kulit sudah terlihat kendur dan mudah terkelupas.
2. Mata : tampak suram, tenggelam, berwarna putih serta tidak bercahaya.
3. Daging : tekstur lunak dan lembek serta berbau busuk.
4. Warna : kemerah-merahan (diskolorasi) sebagai tanda telah mengalami oksidasi.
5. Terdapat bercak-bercak warna pada kulit/karapaks disebabkan oleh black spot (BS).
6. Bila ditaruh dalam air maka mengapung pada permukaan. (Purwaningsih, 2000).

Ciri-ciri udang vannamei yang sehat sebagai berikut : Sebagai Indukan untuk tujuan memproduksi benih, udang vaname harus memiliki performa yang bagus. Ciri-cirinya antara lain warna bening kecoklatan dan cerah dengan garis merah pada tepi ujung uropoda. Bentuk tubuh cephalothorax (bagian kepala) lebih pendek dari abdomen dan punggung lurus mendatar. Tubuh udang kalau dipegang juga kenyal dan dapat bergerak aktif dengan normal. Dilihat dari sisi kesehatan induk udang Vannamei ini bebas virus TSV (*Taura Syndroms Virus*), WSSV (*White Spot Syndroms Virus*) dan IHHN (*Infectious hypothermal & hematopoietic necrosis virus*). Udang yang sehat juga bebas nekrosis, anggota tubuh lengkap dan tidak cacat. Insang juga bersih dan tidak bengkak (Nurlaila *et.al*, 2016).

#### **2.4 Udang Instan Berbumbu**

Udang menjadi salah satu produk pangan hasil perikanan yang mudah mengalami kerusakan. Hal ini dikarenakan, udang mengandung kadar air dan protein tinggi sehingga rentan terhadap aktivitas mikroorganisme. Mikroorganisme akan mengubah struktur protein daging selama penyimpanan dan akan menghasilkan

bau yang tidak menyenangkan. Upaya dalam mencegah atau memperlambat sifat tersebut dapat dilakukan dengan adanya pengolahan. Salah satu cara pengolahannya adalah dengan pencelupan udang vaname ke dalam cairan bumbu yang mengandung antioksidan dan antibakteri. Cairan bumbu yang digunakan pada penelitian ini adalah campuran dari bumbu dapur atau rempah rempah dalam air yang menambahkan cita rasa dan masa simpan udang instan berbumbu. Pengolahan udang dengan cara pencelupan kedalam cairan bumbu akan mengurangi kerusakan fisik, kimia maupun biologis udang. Cairan bumbu juga berperan sebagai bahan pengawet yang dibutuhkan untuk mencegah aktivitas mikroorganisme agar kualitas udang senantiasa terjaga. Bumbu yang mengandung antimikroba yaitu garam, gula dan lemon, sedangkan jahe akan membantu mengambat dan membunuh mikroorganisme pembusuk udang. Buah lemon dapat membantu mencegah proses oksidasi pada udang karena bersifat antioksidan, sehingga warna dan aroma udang tetap terjaga. Bumbu-bumbu yang digunakan dapat membantu menambahkan cita rasa yang belum pernah digunakan pada udang namun tetap mempertahankan rasa udang yang sebenarnya. Hasil dari formulasi cairan bumbu pada udang akan memberikan cita rasa yang unik sehingga akan mudah disukai oleh konsumen. Konsumen di Indonesia saat ini lebih banyak mencari produk olahan yang memiliki cita rasa berbeda, instan serta memiliki nilai gizi yang tinggi. Berhubungan dengan itu, cita rasa udang dan penyajiannya yang mudah menjadi nilai lebih dari udang instan berbumbu bila dijadikan sebuah produk yang dijual.

## **2.5 Kemasan Polipropilen**

PolyPropylene (PP) merupakan jenis bahan baku plastik yang ringan, densitas 0,90 sampai 0,92 g/m<sup>3</sup>, memiliki kekerasan dan kerapuhan yang paling tinggi dan bersifat kurang stabil terhadap panas dikarenakan adanya hidrogen tersier. PolyPropylene lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap (Nurminah, 2002). Polipropilen mempunyai sifat sangat kaku, berat jenis rendah, tahan terhadap bahan kimia, asam, basa, tahan terhadap panas, dan

tidak mudah retak. Plastik polipropilen digunakan untuk membuat alat-alat rumah sakit, komponen mesin cuci, komponen mobil, pembungkus tekstil, botol, permadani, tali plastik, serta bahan pembuat karung.

Jenis plastik sebagai pengemas pada penyimpanan adalah jenis plastik Polietilen (PE) dan Polipropilen (PP). Hal ini dikarenakan kemasan tersebut memiliki kerapatan yang tinggi, tahan terhadap suhu dan kelembapan, serta memiliki daya serap air yang rendah sehingga mampu melindungi suatu produk. Selain itu, plastik memiliki keunikan dalam penampilan fisik yaitu sifatnya yang sangat elastis, memiliki warna yang transparan sehingga produk akan terlihat dari luar kemasan. Berdasarkan kelebihan tersebut pemilihan pengemas plastik menjadi faktor yang sangat penting untuk melindungi mutu produk.

Polipropilen (PP) membutuhkan energi aktivasi yang lebih rendah untuk memecah ikatan C – H daripada polietilen (PE) karena rantai karbon polimer PP terdiri dari atom karbon tersier yang kurang tahan terhadap degradasi. Polimer adisi yang terbuat dari polipropilena monomer, permukaannya tidak rata serta memiliki sifat resistan yang tidak biasa terhadap kebanyakan pelarut kimia, basa dan asam. Polipropilena pertama kali dipolimerisasikan oleh Dr. Karl Rehn di Hoechst AG, Jerman, pada 1951, yang tidak menyadari pentingnya penemuan itu. Ditemukan kembali pada 11 Maret 1954 oleh Giulio Natta, Polipropilena pada awalnya diyakini lebih murah daripada polietilena. Kebanyakan polipropilena komersial merupakan isotaktik dan memiliki kristalinitas tingkat menengah di antara polietilena berdensitas rendah.

## **2.6 Penentuan Umur Simpan**

Secara umum penentuan umur simpan adalah penanganan suatu produk dalam kondisi yang dikehendaki dan dipantau setiap waktu sampai produk mengalami kerusakan. Menurut Harris dan Fadli (2014), umur simpan merupakan rentang waktu antara produk mulai diproduksi sampai produk tersebut dikonsumsi dimana produk berada dalam kondisi yang memuaskan pada sifat-sifat penampakan, rasa,

aroma, tekstur, dan nilai gizi. Umur simpan produk berkaitan erat dengan nilai kadar air, suhu, dan kelembaban.

Penentuan umur simpan suatu produk dapat dilakukan dengan mengamati produk selama penyimpanan sampai terjadi perubahan yang tidak dapat diterima lagi oleh konsumen. Pendugaan umur simpan juga dapat dilakukan dengan mengamati perubahan yang terjadi pada produk selama selang waktu tertentu. Perubahan yang terjadi dapat mengindikasikan adanya penurunan mutu produk tersebut. Oleh karena itu, pengujian atribut produk perlu dilakukan untuk menentukan daya simpannya. Hasil atau akibat berbagai reaksi kimiawi yang terjadi pada produk makanan bersifat *irreversible* (tidak dapat dipulihkan kembali) selama penyimpanan sehingga pada waktu tertentu hasil reaksi mengakibatkan mutu makanan tidak dapat diterima kembali. Pengaruh kadar air dan aktivitas air sangat penting sekali dalam menentukan daya awet dari bahan pangan karena keduanya mempengaruhi sifat fisik dan sifat fisikokimia, perubahan kimia, kebusukan oleh mikroorganisme dan perubahan enzimatik, terutama pada bahan pangan yang tidak diolah.

Pendugaan umur simpan produk dapat dilakukan dengan metode konvensional dan metode akselerasi. Metode konvensional membutuhkan 2 waktu yang lama dan biaya yang mahal karena pendugaan umur simpan dilakukan dalam kondisi normal sehari-hari. Namun demikian, metode ini sangat akurat dan tepat. Metode akselerasi dapat dilakukan dalam waktu yang relatif lebih singkat karena penentuan umur simpan ini dilakukan pada kondisi percobaan yang ekstrim (suhu tinggi, kelembaban di atas atau di bawah kondisi normal penyimpanan) sehingga mempercepat proses penurunan mutu produk. Dengan ekstrapolasi, kecepatan penurunan mutu bisa dihitung berdasarkan persamaan matematis. Keuntungan dari metode ini adalah waktu pengujian yang relatif lebih singkat, namun tetap memiliki ketepatan dan akurasi yang tepat (Arpah, 2001). Umur simpan produk pangan dapat diduga dan ditetapkan waktu kadaluwarsanya dengan menggunakan dua konsep studi penyimpangan produk pangan yaitu dengan *Extended Storage Studies* (ESS) dan *Accelerated Storage Studies* (ASS).

### **2.6.1 *Extended Storage Studies (ESS)***

Penentuan umur simpan produk dengan ESS, yang juga sering disebut sebagai metode konvensional, adalah penentuan tanggal kedaluwarsa dengan cara menyimpan satu seri produk pada kondisi normal sehari-hari sambil dilakukan pengamatan terhadap penurunan mutunya (*usable quality*) hingga mencapai tingkat mutu kedaluwarsa. Metode ini akurat dan tepat, namun pada awal penemuan dan penggunaan metode ini dianggap memerlukan waktu yang panjang dan analisis parameter mutu yang relatif banyak serta mahal (Herawati, 2008). Metode konvensional biasanya digunakan untuk mengukur umur simpan produk pangan yang telah siap edar atau produk yang masih dalam tahap penelitian. Pengukuran umur simpan produk dengan metode ini dilakukan dengan mengamati produk selama penyimpanan sampai terjadi perubahan yang tidak dapat lagi diterima oleh konsumen (Budijanto *dkk.* 2010). Pengukuran umur simpan dengan metode konvensional dilakukan dengan cara menyimpan beberapa bungkus produk yang memiliki berat serta tanggal produksi yang sama pada beberapa desikator atau ruangan yang telah dikondisikan dengan kelembapan yang seragam. Pengamatan dilakukan terhadap parameter titik kritis dan atau kadar air. Penentuan umur simpan produk dengan metode konvensional dapat dilakukan dengan menganalisis kadar air suatu bahan, memplot kadar air tersebut pada grafik kemudian menarik titik tersebut sesuai dengan kadar air kritis produk. Perpotongan antara garis hasil pengukuran kadar air dan kadar air kritis ditarik garis ke bawah sehingga dapat diketahui nilai umur simpan produk. Selain berdasarkan hasil analisis kadar air, kadar air kritis dapat ditentukan berdasarkan mutu fisik produk.

### **2.6.2 *Accelerated Storage Studies (ASS)***

Penentuan umur simpan produk dengan metode *Accelerated Storage Studies* (ASS) atau sering disebut dengan *Accelerated Shelf-Life Testing* (ASLT) merupakan metode yang menggunakan suatu kondisi lingkungan yang dapat mempercepat (*Accelerated*) terjadinya reaksi-reaksi penurunan mutu produk

pangan. Keuntungan metode ini yaitu waktu pengujian yang relatif singkat, namun tetap memiliki ketepatan dan akurasi yang tinggi (Arpah, 2001). Metode akselerasi pada dasarnya adalah metode kinetik yang disesuaikan untuk produk pangan tertentu. Penentuan umur simpan produk dengan metode akselerasi dapat dilakukan dengan dua pendekatan, yaitu pendekatan kadar air kritis dengan teori difusi dengan menggunakan perubahan kadar air dan aktivitas air sebagai kriteria kedaluwarsa, dan pendekatan semiempiris dengan bantuan persamaan Arrhenius, yaitu dengan teori kinetika yang pada umumnya menggunakan ordo nol atau satu untuk produk pangan.

### **2.6.3 Pendekatan Model Arrhenius**

Model Arrhenius umumnya digunakan untuk menduga umur simpan produk pangan yang sensitif terhadap perubahan suhu, diantaranya produk pangan yang mudah mengalami ketengikan (oksidasi lemak), perubahan warna oleh reaksi pencoklatan, atau kerusakan vitamin C. Prinsip model Arrhenius adalah menyimpan produk pangan pada suhu ekstrim, dimana produk pangan akan lebih cepat rusak, kemudian umur simpan produk ditentukan berdasarkan ekstrapolasi ke suhu penyimpanan. Oleh karena itu, umur simpan yang diperoleh merupakan nilai perkiraan yang validitasnya sangat ditentukan oleh model matematika yang diperoleh dari hasil percobaan. Contoh produk yang dapat ditentukan umur simpannya dengan model Arrhenius adalah makanan kaleng steril komersial, susu UHT, susu bubuk, produk snack, meat product, produk pasta, jus buah, mie instant, tepung-tepungan, kacang-kacangan, dan produk lain yang mengandung lemak tinggi atau mengandung gula pereduksi dan protein yang memungkinkan terjadinya oksidasi lemak atau reaksi pencoklatan (Kusnandar, 2006).

Menurut Herawati (2008), faktor-faktor yang mempengaruhi umur simpan adalah jenis dan karakteristik produk pangan dan bahan kemasan (permeabilitas bahan kemasan terhadap kondisi lingkungan), dan kondisi atmosfer terutama suhu kelembaban dimana kemasan dapat bertahan selama digunakan dan sebelum digunakan. Asumsi yang digunakan untuk model Arrhenius ini adalah perubahan faktor mutu hanya ditentukan oleh satu macam pereaksi saja, tidak terdapat

pereaksi lain yang mengakibatkan perubahan mutu. Proses perubahan mutu tidak dianggap sebagai akibat dari proses-proses yang terjadi sebelumnya, suhu penyimpanan tetap atau dianggap konstan. Laju reaksi kimia yang dapat memicu kerusakan produk pangan umumnya mengikuti laju reaksi ordo nol dan ordo satu (persamaan 1 dan 2) (Kusnandar *dkk.*, 2010).

## 2.7 Ordo Reaksi

Ordo reaksi menyatakan besarnya pengaruh konsentrasi pereaksi pada laju reaksi. Ordo persamaan laju reaksi hanya dapat ditentukan secara eksperimen dan tidak dapat diturunkan dari koefisien persamaan reaksi.

### 2.7.1 Reaksi Ordo Nol

Tipe kerusakan pangan yang mengikuti model reaksi ordo nol adalah (1) degradasi enzimatis (misalnya pada buah dan sayuran segar serta beberapa pangan beku); (2) reaksi pencoklatan non-enzimatis (misalnya pada biji-bijian kering, dan produk susu kering); dan (3) reaksi oksidasi lemak (misalnya peningkatan ketengikan pada snack, makanan kering dan pangan beku dapat mengikuti model ordo nol diduga terjadi reaksi pencoklatan non-enzimatis (reaksi Maillard) selama penyimpanan yang disebabkan oleh kadar protein dan karbohidrat yang tinggi, sehingga terjadi reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amina primer.

Penurunan mutu ordo reaksi nol adalah penurunan mutu yang konstan. Kecepatan penurunan mutu tersebut berlangsung tetap pada suhu konstan dan digambarkan dengan persamaan berikut :

$$-\frac{dA}{dt} = k$$

untuk menentukan jumlah kehilangan mutu, maka dilakukan integrasi terhadap persamaan di atas sehingga menjadi :

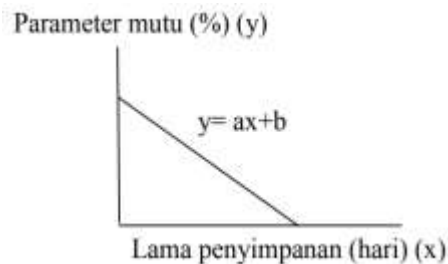
$$A_t - A_0 = -kt$$

Keterangan :  $A_t$  : nilai mutu yang tersisa setelah waktu  $t$

$A_0$  : nilai mutu awal

$t$  : waktu penyimpanan (dalam sehari, bulan, atau setahun)

$k$  : konstanta laju reaksi



Gambar 2. Grafik antara parameter mutu dengan lama penyimpanan

### 2.7.2 Reaksi Ordo Satu

Tipe kerusakan bahan pangan yang termasuk dalam relasi ordo satu adalah (1) ketengikan (misalnya pada minyak, salad dan sayuran kering); (2) pertumbuhan mikroorganisme (misal pada ikan dan daging, serta kematian mikroorganisme akibat perlakuan panas); (3) produksi *off flavor* oleh mikroba; (4) kerusakan vitamin dalam makanan kaleng dan makanan kering; dan (5) kehilangan mutu protein (makanan kering) (Labuza, 1982). Dapat mengikuti model ordo satu karena merupakan makanan kering dan kerusakannya dapat disebabkan oleh reaksi oksidasi. Pendugaan umur simpan menggunakan persamaan reaksi ordo satu sebagai berikut :

$$-\frac{dA}{dt} = k \cdot A$$

Untuk menentukan jumlah kehilangan mutu, maka dilakukan integrasi terhadap persamaan diatas sehingga menjadi :

$$\ln A_t - \ln A_0 = -kt$$

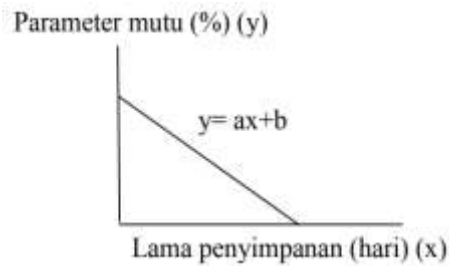
keterangan :  $A$  : nilai mutu yang tersisa setelah waktu  $t$

$A_0$  : nilai mutu awal

$t$  : waktu penyimpanan (dalam hari, bulan, atau tahun)

$k$  : konstanta laju reaksi





Gambar 3. Grafik hubungan antara ln parameter mutu dengan lama penyimpanan

Konstanta laju reaksi kimia ( $k$ ), baik ordo nol maupun ordo satu dapat dipengaruhi oleh suhu. Secara umum reaksi kimia lebih cepat terjadi pada suhu tinggi, maka konstanta laju reaksi kimia ( $k$ ) akan semakin besar pada suhu yang lebih tinggi. Konstanta laju reaksi kimia dipengaruhi oleh suhu dapat dilihat dengan menggunakan model persamaan Arrhenius (persamaan 3) sebagai berikut:

$$k = k_0 \cdot \exp^{(E_a/RT)}$$

Keterangan :  $k$  : konstanta laju penurunan mutu

$k_0$  : konstanta (faktor frekuensi yang tidak tergantung suhu)

$E_a$  : energi aktivasi (kal/mol)

$t$  : suhu mutlak ( $K = C + 273$ )

$R$  : konstanta gas ideal (1,986 kal/mol K)

Persamaan di atas dapat diubah menjadi:

$$\ln k = \ln k_0 - (E_a/RT)$$

$$\ln k = \ln k_0 - \{(E_a/R) \cdot (1/T)\}$$

Maka akan diperoleh kurva berupa garis linear pada plot nilai  $\ln k$  terhadap  $1/T$  dengan slope  $-E_a/R$  seperti pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan antara  $1/T$  dengan  $\ln k$

Menurut Kusnandar *et al.* (2010), model Arrhenius dilakukan dengan menyimpan produk pangan dengan kemasan akhir pada minimal tiga suhu penyimpanan ekstrim. Percobaan dengan metode Arrhenius bertujuan untuk menentukan konstanta laju reaksi ( $k$ ) pada beberapa suhu penyimpanan ekstrim, kemudian dilakukan ekstrapolasi untuk menghitung konstanta laju reaksi ( $k$ ) pada suhu penyimpanan yang diinginkan dengan menggunakan persamaan Arrhenius. Persamaan tersebut dapat ditentukan nilai  $k$  (konstanta penurunan mutu) pada suhu penyimpanan umur simpan, kemudian digunakan perhitungan umur simpan sesuai dengan ordo reaksinya (persamaan 1 dan 2)

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian di Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada bulan Maret sampai dengan Juni 2022.

#### **3.2 Bahan Dan Alat**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) size 60 yang dibeli langsung di pasar gudang lelang, garam (merk Refina), gula (merk Rose Brand), jahe bubuk murni (merk La Fancy Food), cuka lemon (merk Dehealth Supplies Vinega), aquades dan kemasan polipropilen.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah baskom, sendok, erlenmeyer, oven, timbangan digital, loyang, pisau, panci rebus, dan vakum sealer.

#### **3.3 Metode Penelitian**

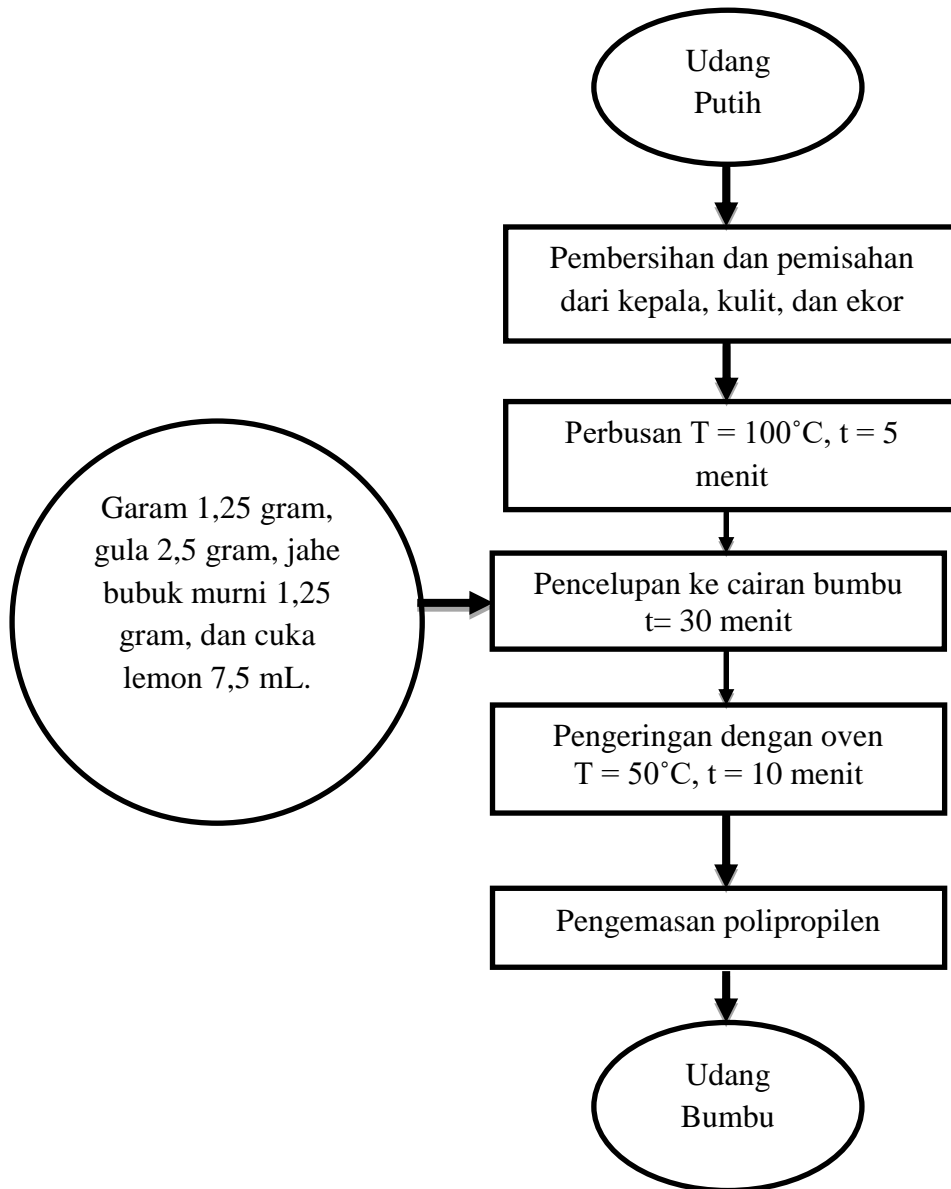
Penelitian disusun secara deskriptif. Udang bumbu disimpan pada tiga suhu penyimpanan yaitu 10° C, 20° C dan suhu ruang( ± 30°C) dan produk udang bumbu dikemas dalam kemasan polipropilen. Penyimpanan dilakukan selama 25 hari. Pengamatan dilakukan terhadap kadar air dan sensori berupa aroma dan rasa udang bumbu setiap lima hari sekali yaitu pada hari ke 0, 5, 10, 15, 20 dan 25 hari. Data hasil pengujian digunakan untuk menentukan umur simpan

menggunakan dengan model persamaan Arrhenius menggunakan *software Microsoft Excel* (Kusnandar *dkk.*, 2010).

### **3.4 Pelaksanaan Penelitian**

#### **3.4.1 Pembuatan Udang bumbu**

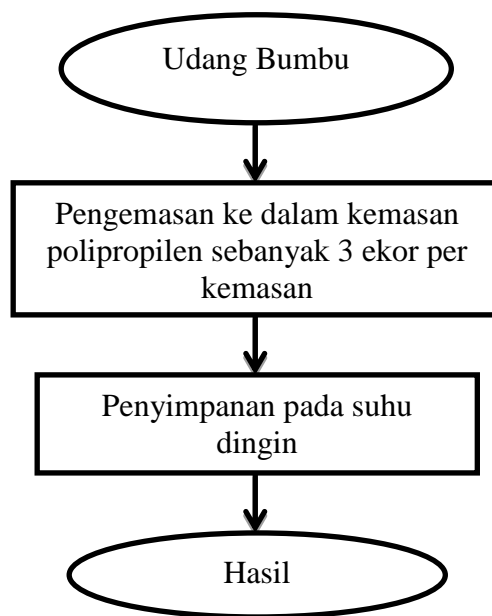
Udang vanname dibersihkan dan dipisahkan dari kepala, kulit, dan ekornya, kemudian daging udang putih direbus dengan air dengan suhu 100°C selama 5 menit, kemudian tiriskan dan dinginkan. Udang vanname yang sudah direbus kemudian dicelupkan kedalam cairan bumbu selama 30 menit. Kemudian udang yang sudah dicelupkan ke cairan bumbu pada masing-masing perlakuan, akan dikeringkan dalam oven selama 10 menit pada suhu 50°C. Selanjutnya produk udang bumbu dikemas dengan plastik polipropilen. Diagram alir pembuatan udang instan dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5. Diagram alir pembuatan udang instan berbumbu.

### 3.4.2 Penentuan Titik Kritis

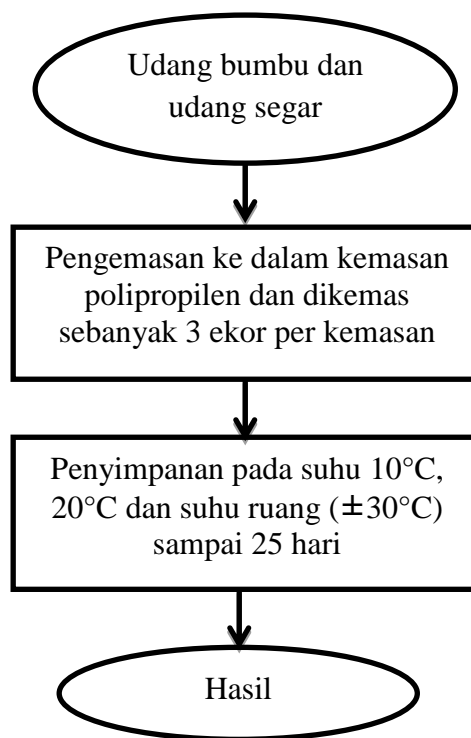
Udang bumbu sebanyak 3 ekor dikemas menggunakan kemasan polipropilen dan disimpan pada suhu dingin. Pengamatan udang berbumbu yang dikemas dan disimpan pada suhu dingin dilakukan setiap 5 hari terhadap aroma, rasa, tekstur dan warna udang bumbu. Titik kritis ditentukan pada saat 75% dari jumlah panelis menyatakan tidak suka atau menolak pada produk udang bumbu.



Gambar 6. Penentuan titik kritis udang bumbu

### 3.4.3 Pengujian Umur Simpan

Udang berbumbu dan udang segar masing - masing sebanyak 3 ekor dikemas menggunakan kemasan polipropilen, disimpan pada suhu bertingkat yaitu 10° C, 20° C dan suhu ruang ( $\pm 30^{\circ}\text{C}$ ) sampai 25 hari. Pengamatan setiap lima hari sekali terhadap udang bumbu dilakukan penentuan terhadap kadar air. Kadar air dianggap sebagai parameter mutu kerusakan pada udang.

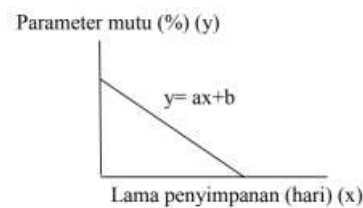


Gambar 7. Pengujian umur simpan udang berbumbu

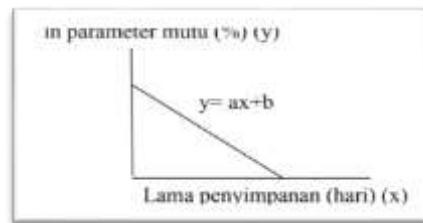
#### 3.4.4 Tahap Analisis Dan Perhitungan Umur Simpan

Nilai rata-rata dari data pengamatan parameter kadar air digunakan untuk menentukan umur simpan udang berbumbu. Metode pendugaan umur simpan yang digunakan yaitu metode Arrhenius. Analisis penentuan umur simpan udang berbumbu dengan menggunakan suatu simulasi metode Arrhenius dengan bantuan program *software Microsoft Excel*. Simulasi menggunakan rumus perhitungan berdasarkan model terpilih selanjutnya dirancang dalam bahasa pemrograman. Program secara umum terdiri atas lima bagian utama yaitu : 1). Pemilihan jenis produk, 2). Pengumpulan data-data produk, 3). Perhitungan parameter mutu uji, 4). Perhitungan slope kurva persamaan linier, 5). Penentuan umur simpan (Kusnandar *dkk.*, 2010). Prosedur perhitungan umur simpan udang berbumbu dengan metode Arrhenius yaitu sebagai berikut :

1. Membuat grafik regresi linear dari data hasil pengamatan parameter mutu kadar air udang berbumbu yang diperoleh pada suhu 10° C, 20° C dan suhu ruang ( $\pm 30^\circ\text{C}$ ) dengan lama penyimpanan pada hari dimana titik kritis tercapai. Caranya yaitu dengan memplotkan data hasil parameter mutu pada sumbu y dan lama penyimpanan pada sumbu x. Berikut regresi linear dan persamaan garis parameter mutu selama penyimpanan seperti disajikan pada Gambar (ordo nol) dan (ordo satu).



Gambar 8. Grafik regresi linear parameter mutu (ordo nol).

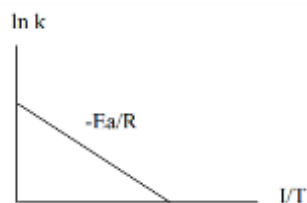


Gambar 9. Grafik regresi linear parameter mutu (ordo satu).

Dari gambar tersebut akan didapatkan nilai slope ( $k$ ), *intercept* ( $b$ /konstanta), dan koefisien korelasi ( $R^2$ ), dimana nilai  $k$  pada ketiga suhu penyimpanan tersebut kemudian diterapkan pada persamaan Arrhenius.

2. Nilai  $k$  yang diperoleh kemudian diubah ke dalam nilai  $\ln k$ , kemudian nilai  $\ln k$  diplotkan sebagai koordinat y (ordinat) dan  $1/T$  diplotkan pada koordinat x (absis).  $1/T$  merupakan satuan suhu dalam derajat Kelvin. Hubungan antara nilai regresi linear dari  $\ln k$  dan  $1/T$  pada kemasan polipropilen dapat dilihat dalam Gambar 10.





Gambar 10. Grafik hubungan antara nilai  $1/T$  dengan  $\ln k$  dalam persamaan Arrhenius

3. Nilai slope dari persamaan garis lurus tersebut merupakan nilai  $-E_a/R$  dalam persamaan Arrhenius dan interceptnya berupa nilai  $k_0$ . Sebelumnya nilai interceptnya diubah dalam bentuk  $\ln$  *intercept* (b/konstanta).
4. Setelah diperoleh nilai  $\ln$  intercept dan  $-E_a/R$ , kemudian dimasukkan ke dalam rumus :

$$k = k_0 \cdot \exp^{(E_a/RT)}$$

keterangan :

$k$  : konstanta laju penurunan mutu

$k_0$  : konstanta (faktor frekuensi yang tidak tergantung suhu)

$E_a$  : energi aktivasi (kal/mol)

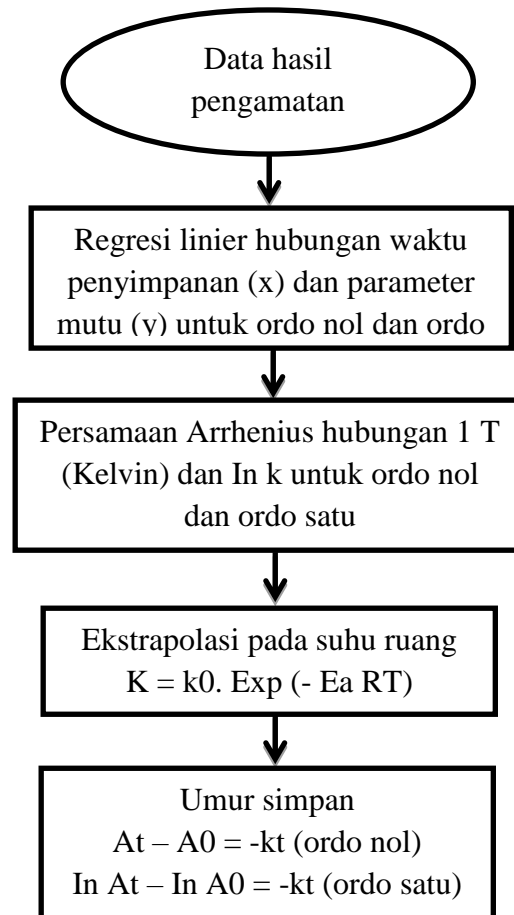
$T$  : suhu mutlak ( $K = C + 273$ )

$R$  : konstanta gas ideal (1,986 kal/mol K)

sehingga, akan diperoleh nilai penurunan mutu ( $k$ ) dari produk umur simpan dalam kemasan tertentu.

5. Kemudian pendugaan umur simpan udang berbumbu dihitung dengan umur simpan menggunakan persamaan ordo nol dan ordo satu sebagai berikut :
  - a. Umur simpan udang berbumbu ordo nol dapat diketahui dengan memasukkan nilai perhitungan ke dalam persamaan berikut.
  - b. Umur simpan udang berbumbu ordo satu dapat diketahui dengan memasukkan nilai perhitungan ke dalam persamaan berikut.
  - c. Hasil perhitungan yang didapat kemudian dilihat masa simpan produk.

Parameter mutu dengan nilai korelasi terbesar ( $R_2$ ) atau mendekati 1 dipilih untuk menentukan umur simpan dari produk udang bumbu. Diagram alir pendugan umur simpan udang bumbu dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Diagram alir tahap analisis umur simpan udang bumbu  
Sumber : (Kusnandar *et al.*, 2010)

Keterangan :

- t = umur simpan (hari)
- $A_t$  = kadar air kritis (%)
- $A_0$  = kadar air awal (%)
- k = laju penurunan mutu (% per hari)

### 3.4.5 Uji Hedonik

Uji hedonik bertujuan mengetahui penerimaan keseluruhan produk udang instan berbumbu oleh panelis. Uji hedonik menggunakan 20 panelis konsumen agak terlatih (Setyaningsih *dkk*, 2010). Panelis diminta untuk memberikan penilaian terhadap parameter udang bumbu dengan memberikan skor kesukaan dengan kesan masing-masing. Kuesioner uji hedonik pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 12.

| <b>Kuisisioner Hedonik</b>   |         |                           |           |                   |     |
|--|---------|---------------------------|-----------|-------------------|-----|
| Nama : .....   |         | Tanggal pengujian : ..... |           |                   |     |
| Produk : Udang Bumbu   |         |                           |           |                   |     |
| Dihadapan Anda disajikan sampel udang bumbu dan atau udang segar sebagai kontrol. Anda diminta untuk mengevaluasi sampel tersebut berdasarkan kesukaan Anda. Berikan penilaian Anda dengan cara menuliskan skor di bawah sampel suhu pada tabel penilaian berikut: |         |                           |           |                   |     |
| Parameter  | Kontrol | Suhu 10°C                 | Suhu 20°C | Ruang             |     |
| Aroma  | :.....  | .....                     | .....     | .....             |     |
| Rasa   | :.....  | .....                     | .....     | .....             |     |
| Keterangan skor uji hedonik untuk tekstur dan penerimaan keseluruhan udang bumbu adalah sebagai berikut :  |         |                           |           |                   |     |
| Sangat Suka  | : 5     | Agak Suka                 | : 3       | Sangat Tidak Suka | : 1 |
| Suka   | : 4     | Tidak Suka                | : 2       |                   |     |

Gambar 12. Kuisisioner hedonik

## **V. KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian menggunakan metode *Accelerated Shelf Life Testing* (ASLT) model Arrhenius disimpulkan bahwa, umur simpan pada udang berbumbu yang dikemas dalam kemasan polipropilen (PP) adalah 25 hari pada suhu 10°C, 20 hari pada suhu 20°C dan 15 hari pada suhu ruang ( $\pm 30^\circ\text{C}$ ).

## DAFTAR PUSTAKA

- Arif, A.B., Setyadjit, I.B. Jamal, H. Herawati, dan Suyanti. 2014. Pengaruh Penambahan Sari Cempedak Terhadap Umur Simpan dan Nutrisi Sari Buah Nanas. *Jurnal Pascapanen* 11(1): 30-38.
- Arpah. 2001. Penentuan Kadaluwarsa Produk Pangan. Program Studi Ilmu Pangan. Institut Pertanian Bogor, Bogor. Hlm: 86-88.
- Badan Pusat Statistik. 2019. Provinsi Lampung Dalam Angka. Badan Pusat Statistik.Lampung.
- Wijaya, C H.. 2007. Pendugaan Umur Simpan Produk Kopi Instan Formula Merk-Z Dengan Metode Arrhenius. Skripsi Fateta IPB.
- Dermensonlougrou, E.K., S. Pougouri and P.S. Taoukis. 2008. *Kinetic study of effect of the osmotic dehydration pre-treatment to the shelf life of frozen cucumber*. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 9: 542-549.
- Theresia, E. P. Siburian, Dewi, P, Kariada, N. 2012. Pengaruh Suhu dan Waktu Penyimpanan Terhadap Pertumbuhan Bakteri dan Fungi Ikan Bandeng. *Unnes Journal of Life Science* 1 (2) (2012).
- Erdogdu, F., Balaban, M, O., Otwell, S, W., Garrido, L. 2004. *Cook-related yield loss for pacific white (*Penaeus vannamei*) shrimp previously treated with phosphates: effects of shrimp size and internal temperature distribution*. 2004. *Journal of Food Engineering*. 64:297–300.
- Farchan, M. 2007. Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). Serang: BAPPL STP.
- Gokoglu, N., Yerlikaya, P. 2008. Inhibition Effects of Grape Seed Extracts on Melanosis Formation in Shrimp (*Parapenaeus longirostris*). *International Journal of Food Science and Technology*. 43(6) : 1004–1008.

- Haard, N. F., Simpson, B. K. 2000. *Seafood Enzymes: Utilization and Influence on Postharvest Seafood Quality*. CRC Press.
- Harjan, I., Hamidin R., Erna, R. M. Saleh. 2018. Penentuan Umur Simpan Ikan Roa Asap (Ikan Julung-Julung Asap) (*Hemirhampus Sp*) Menggunakan Metode ASLT (*Accelerated Shelf Life Testing*) dengan Pendekatan Arrhenius., Ternate, 7(1).
- Harris, H. dan M. Fadli. 2014. Penentuan Umur Simpan (*Shelf Life*) Pundang Seluang (*Rasbora sp*) yang Dikemas Menggunakan Kemasan Vakum dan Tanpa Vakum. *Jurnal Saintek Perikanan*. 9(2):53-62.
- Herawati, H. 2008. Penentuan Umur Simpan pada Produk Pangan. *Jurnal Litbang Pertanian*. 27(4):124-130.
- Hutasoit, N. 2009. Penentuan Umur Simpan Fish Snack (Produk Ekstrusi) Menggunakan Metode Akselerasi Dengan Pendekatan Kadar Air Kritis dan Metode Konvensional. Skripsi. Teknologi Hasil Perairan. IPB. Bogor.
- Jianfeng, S., Yang, T., Zhao, X., dan Li, X. 2017. *Study on Key Processing Technology for Instan Shrimp of Litopenaeus vannamei*. *Am J. Food Technology* 12(3): 221-226.
- Kusnandar, F. 2004. Aplikasi Program Komputer sebagai Alat Bantu Penentuan Umur Simpan Produk Pangan Metode Arrhenius. *Dalam: Modul VI Pendugaan Waktu Kadaluarsa (Shelf Life) Bahan dan Produk Pangan*. IPB. Bogor. Hal 14.
- Kusnandar, F., D.R. Adawiyah, dan M. Fitria. 2010. Pendugaan Umur Simpan Produk Biskuit dengan Metode Akselerasi Berdasarkan Pendekatan Kadar Air Kritis. *Jurnal Teknologi Industri Pangan*. 21(2):117-122.
- La Assqiya, A.A. 2021. Uji Preferensi Konsumen Dan Analisis Biaya Pada Udang Instan Berbumbu. Skripsi. Bandar Lampung.
- Labuza, T.P. 1982. *Open Shelf Life Dating of Foods*. *Food and Nutrition Press*. Inc. Westport. Connecticut. Lembaga Manajemen.

- Michaelsen. Kim. F., Dewey. K. G., Perez. E. A. B., Nurhasan. M., Lauritzen. L., Roos. N. 2011. *Food Sources and Intake of n-6 and n-3 Fatty Acids in low-income Countries with Emphasis on Infants, Young Children (6-24 months), and Pregnant and Lactating Women*. Program in International and Community Nutrition. Department of Nutrition. University of California.
- Montero, P., Ávalos, A., & Pérez-Mateos, M. 2001. Characterization of polyphenoloxidase of prawns (*Penaeus japonicus*). Alternatives to inhibition. *Food Chemistry*. 75, 317–324.
- Mulyawan, I. B., Handayani, B. R., Dipokusumo, B., Werdiningsih, W., & Siska, A. I. (2019). Pengaruh Teknik Pengemasan Dan Jenis Kemasan Terhadap Mutu Dan Daya Simpan Ikan Pindang Bumbu Kuning. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 22(3), 464–475.
- Nababan, E., Putra I., dan Rusliadi. 2015. Pemeliharaan udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) dengan persentase pemberian pakan yang berbeda. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 3 (2).
- Nasution, Z., Ilza, M., Sari, A. I. 2016. Study vacuum and non vacuum packaging on the quality of fish balls malong (*muarenesox talabon*) during cold storage temperature ( $\pm 50^{\circ}\text{C}$ ). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau. Riau, 4(1).
- Nurlaila, Irma Dewiyanti, Silvi Wijaya. (2016). Identifikasi Dan Prevalensi Ektoparasit Pada Udang Vannamei (*Litopenaeus Vannamei*) Di Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 1(3): 388-396.
- Nurminah, M. 2002. Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan Yang Dikemas. Fakultas Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Perceka, M. L., Nurhayati, T., dan Nurilmala, M. 2014. Karakterisasi Ekstrak Kasar Polifenoloksidase Dari Udang Vaname. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1), 1–6.
- Purwaningsih, S. 2000. Teknologi Pembekuan Udang. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Putu, I. 2001. Karakteristik Daging Sapi Dikemas Dalam Kantong Plastik Hampa Udara (Vakum Pack). *Balai Penelitian Ternak Bogor*. (2):15-19.

- Rahmadana, S. 2013. Analisa Masa Simpan Rendang Ikan Tuna Dalam Kemasan Vakum Selama Penyimpanan Pada Suhu Ruang dan Dingin. Skripsi. Ilmu dan Teknologi Pangan. Makasar.
- Renate D. 2009. Pengemasan puree cabe merah dengan berbagai jenis plastik yang dikemas vakum. Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian. 14(1): 80- 89.
- Santoso, B., D. Saputra, dan R. Pambayun. 2004. Kajian Teknologi Edible Coating dari Pati dan Aplikasinya Untuk Pengemas Primer Lempok Durian. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan (15) : 239-244.
- Setyaningsih D, Apriyantono A, Sari MP. 2010. Analisis Sensori untuk Industri Pangan dan Agro. IPB Press, Bogor. 165-166.
- Simamora, H.J. 2011. Identifikasi Teknik Pengolahan dan Pendugaan Umur Simpan Udang Kering Tanpa Kulit. Departemen Teknologi Hasil Perairan. Bogor.
- Sugara, Y. 2014. Pengaruh Suhu Pembekuan Terhadap Karakteristik Fisik Dan Kimia Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*) Segar, Kering dan Hasil Rehidrasi Dengan Menggunakan Proses Pengeringan Beku (Freeze Drying). (Skripsi). Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Supono. 2017. Teknologi Produksi Udang. Plantaxia. Yogyakarta 161-167.
- Susilo, A.H. 2012. Pendugaan Umur Simpan Bahan Makanan Campuran (BMC) dari Tepung Sukun (*Artocarpus communis*) dan Tepung Kacang Bengkuk Germinasi (*Mucuna pruriens L.*) pada Kemasan Plastik Poliethilen dengan Metode Akselerasi. (Skripsi). Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Tasbih, M. 2017. Proses Pengolahan Udnag Beku (Frozen Shrimp) Peeled And Deveined (PD) Dengan Metoda Pembekuan Individually Quick Frozen (IQF) Pada PT. Dua Putra Utama Makmur Tbk Pati Jawa Tengah. (Skripsi). Universitas Jambi. Jambi.
- United States Departement of Agriculture. 2011. *Agricultural Statistic*. United States Government Printing Office. Washington.
- Wijaya, C.H. 2007. Pendugaan Umur Simpan Produk Kopi Instan Formula MerkZ Dengan Metode Arrhenius.(Skripsi).Bogor: Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.



- Wulandari, A. 2020. Estimasi beban limbah nutrisi terhadap daya dukung lingkungan untuk budidaya udang vannamei (*Litopenaeus vannamei*) semi intensif di desa banjar kemuning (Skripsi). Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya. Surabaya
- Yanti H, Hidayati, Elfawati. 2008. Kualitas daging sapi dengan kemasan plastik PE (Polyethylene) dan plastik PP (Polypropylen) di pasar arengka Kota Pekanbaru. *Jurnal Peternakan*. 5(1): 22- 27.
- Zheng, L, Bae, Y, M, Jung, K, S, Heu, S, Lee, S, Y. 2013. *Antimicrobial activity of natural antimicrobial substances against spoilage bacteria isolated from fresh produce*. *Food Control* 32(2): 665-672.
- Zulfikar, R. 2016. Cara Penanganan yang Baik Pengolahan Produk Hasil Perikanan Berupa Udang. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan* 5(2) : 29-30.