

Prediksi masa simpan kerupuk ikan Palembang melalui pendekatan angka total oksidasi (totox) dengan metode *Accelerated Self-life Test* (ASLT)

[Prediction of the shelf-life of Palembang fish crackers through the total oxidation number (totox) approach with the Accelerated Self-Life Test (ASLT) method]

Aldila Din Pangawikan^{1*}, Retno Cahya Mukti², Dwi Inda Sari³, Sherly Ridhowati³

¹ Departemen Teknologi Industri Pangan, Fakultas Teknologi Industri Pertanian, Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung-Sumedang Km 21, Jatinangor, Sumedang 40600, Indonesia

² Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang-Prabumulih, KM32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan

³ Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Jl. Palembang-Prabumulih, KM32, Indralaya, Ogan Ilir, Sumatera Selatan

* Email korespondensi : pangawikan@unpad.ac.id

Diterima : 1 Maret 2022, Disetujui : 27 Februari 2022, DOI: <http://dx.doi.org/10.23960/jthp.v27i2.81-89>

ABSTRACT

Fish crackers have a short shelf life due to rancidity produced by oxidation damage. This study aims to determine the shelf life of fish crackers using the total oxidation number (Totox) approach. The shelf life test was carried out using the accelerated shelf-life test (ASLT) technique following the Arrhenius model. The experiment was carried out using stratified storage temperatures ranging from 25 °C, 35 °C, and 45 °C for 15 days to follow the level of oxidation damage through Totox numbers. The results of this study indicate that the ASLT technique can be used to predict the shelf life of fish crackers whose core damage is due to oxidation reactions. The prediction of the shelf life based on the Totox number is 118 days; for that, it is recommended to consume Palembang fish crackers below that time.

Keywords: fish crackers, shelf life, total oxidation, ASLT

ABSTRAK

Kerupuk ikan memiliki masa simpan yang pendek dan mudah tengik akibat oksidasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui masa simpan kerupuk ikan dengan pendekatan angka total oksidasi (Totox). Penentuan masa simpan menggunakan metode *accelerated shelf-life test* (ASLT) dengan model Arrhenius. Percobaan dilakukan pada temperatur 25 °C, 35 °C dan 45 °C hingga 15 hari agar dapat mengikuti tingkat oksidasi melalui angka Totox. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ASLT dapat memprediksi masa simpan kerupuk ikan yang kerusakan utamanya disebabkan oleh reaksi oksidasi. Prediksi masa simpan berdasarkan angka Totox adalah 118 hari sehingga disarankan mengkonsumsi kerupuk ikan Palembang dibawah waktu tersebut.

Kata kunci: kerupuk ikan, masa simpan, total oksidasi, ASLT

Pendahuluan

Kerupuk ikan Palembang (kemplang) merupakan panganan pendamping makanan utama (*snack*) yang populer di kota Palembang, memiliki tekstur tebal (mengembang) setelah melalui proses penggorengan sebanyak 2 kali (Indriani et al., 2019). Panganan ini berbahan dasar menyerupai pempek (panganan khas Palembang) yaitu ikan dan tepung tapioka. Seperti kerupuk pada umumnya, kerupuk ikan Palembang cukup rentan mengalami kerusakan akibat pengaruh lingkungan yang tidak terkontrol (keberadaan oksigen dan uap air). Kerupuk ikan Palembang diketahui mengandung kadar lemak mencapai 10% db, kandungan lemak yang besar inilah yang menjadi penyebab munculnya aroma tengik pada kerupuk ikan selama proses penyimpanan

(Pangawikan et al., 2017). Kerupuk ikan yang tidak diberi lapisan pelindung (kemasan) juga dapat mengalami kerusakan fisik yakni mengalami berkurangnya kerenyahan akibat peningkatan kadar air dalam waktu yang relatif cepat (Sunyoto et al., 2018). Penelitian yang mencoba menggunakan berbagai jenis kemasan plastik untuk mengurangi kerusakan kerupuk ikan dari kelembapan dan ketengikan telah banyak dilakukan, diantaranya penggunaan plastik jenis polietilen dan polipropilen (Rahman & Dewi, 2017), nylon dan kemasan *metalized* (campuran polipropilen dan aluminium foil) (Mansur et al., 2021). Polipropilen adalah jenis kemasan yang sudah familiar karena paling baik dalam mempertahankan kualitas produk dan memberikan nilai ekonomis terhadap kerupuk ikan (Ikasari et al., 2017). Polipropilen banyak digunakan sebagai bahan pengemas kerupuk ikan di Palembang karena mudah dibentuk, cukup tahan terhadap uap air, dan memiliki penampakan transparan (Fitriah & Hendro, 2017). Sayangnya plastik jenis ini tidak cukup tahan terhadap oksigen sehingga kurang cocok untuk produk pangan yang peka terhadap paparan cahaya dan oksigen seperti kerupuk ikan (Pakpahan et al., 2020).

Metode *accelerated self-life test* (ASLT) telah banyak digunakan untuk memprediksi masa simpan makanan. Metode ASLT dapat digunakan untuk memprediksi masa simpan bumbu mie Aceh menggunakan parameter *tio-barbituric acid* (TBA) (Hasibuan et al., 2019). Berdasarkan angka TBA dengan menggunakan metode ASLT, kerupuk ikan Palembang mampu bertahan dari kerusakan oksidasi selama 67 hari (Pangawikan et al., 2017). Masa simpan kerupuk ikan dengan metode ASLT menggunakan pendekatan angka asam (*acid value*) adalah selama 37 hari, jika menggunakan pendekatan kerusakan fisik (kelembapan) kerupuk ikan dapat bertahan selama 60 hari (Yudha, 2008). Kerupuk ikan merupakan produk pangan berkadar air rendah dan berkadar lemak cukup tinggi, oleh karena itu kerusakan akibat oksidasi lemak lebih cepat terjadi daripada kerusakan akibat dari pengaruh kadar air. Pendekatan lain yang mungkin dapat dilakukan untuk menguji masa simpan suatu produk pangan berkadar air rendah karena kerusakan oksidasi adalah menggunakan bilangan total oksidasi (Totox value) (Cong et al., 2020). Angka Totox merupakan angka yang digunakan untuk mengukur oksidasi secara empiris mengukur senyawa prekursor dari senyawa karbonil yang tidak volatil dan mengukur produk oksidasi lebih lanjut yang terjadi selama proses penyimpanan (Frankel, 2012). Angka Totox diperoleh dari angka anisidin (AV) ditambah dengan 2 kali angka peroksida (PV). Dari segi organoleptik, selain angka TBA, angka Totox juga dianggap bertanggung jawab terhadap munculnya aroma/rasa tengik pada produk yang mengandung minyak (Dewage et al., 2021). Angka Totox dianggap mewakili keseluruhan oksidasi yang terjadi pada suatu sistem bahan pangan (Zio et al., 2021). Pada penelitian terdahulu (Yudha, 2008; Pangawikan et al., 201; Hasibuan et al., 2019) prediksi masa simpan makanan menggunakan permodelan ASLT belum berdasarkan pendekatan angka Totox. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui masa simpan kerupuk ikan Palembang dengan menggunakan permodelan ASLT berdasarkan angka Totox.

Bahan dan metode

Bahan dan alat

Bahan utama penelitian ini meliputi kerupuk ikan Palembang (kemplang) yang diperoleh dari pengrajin kerupuk ikan di daerah 7 Ulu Kecamatan Kertapati Palembang, yang pembuatannya diawasi secara langsung sehingga kerupuk ikan yang dipastikan tidak berpengawet, memiliki

ukuran seragam berbentuk lingkaran, dan dikemas dan di-sealer dalam kemasan plastik polipropilen (PP). Bahan kimia digunakan untuk keperluan analisis angka peroksida dan angka anisidine berupa bahan kimia standar teknis dari Sigma Aldrich.

Peralatan utama yang digunakan adalah peralatan untuk pengujian masa simpan meliputi alat inkubasi berupa toples gelas dengan larutan pengatur RH, kotak penyimpanan inkubator dengan pengatur temperatur dan thermometer. Peralatan dan alat gelas yang digunakan berupa peralatan untuk analisis penentuan oksidasi dengan metode peroxide value (PV) dan anisidin value (AV).

Metode penelitian

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan menggunakan menggunakan model pengamatan parameter umur simpan dengan metode Arrhenius yaitu dengan melaksanakan pengamatan perlakuan penyimpanan sampel kerupuk ikan selama 0, 3, 6, 9, 12, dan 15 hari dengan temperatur ruang penyimpanan 25, 35, dan 45 °C. Total perlakuan pada penelitian ini adalah 16 dengan parameter pengujian adalah angka Totox. Perhitungan angka Totox diperoleh dari penjumlahan angka peroksida dan angka anisidine sesuai dengan Persamaan 3.

Analisis Data

Data angka Totox yang diperoleh dari setiap perlakuan dimasukkan kedalam persamaan Arrhenius (Persamaan 1) hingga diperoleh perkiraan umur simpan dengan menggunakan Persamaan 2.

Pelaksanaan penelitian

(1) Preparasi Kerupuk Ikan

Proses selanjutnya dari tahap ini adalah penggorengan kerupuk ikan dengan media minyak goreng (palm oil) dengan merk yang biasa digunakan pengrajin kerupuk ikan. Sebelum dilakukan penggorengan, kerupuk ikan mentah dilakukan penjemuran di bawah sinar matahari untuk menyeragamkan kandungan air dan memudahkan proses pengembangan kerupuk ikan saat dilakukan penggorengan. Kompor yang digunakan pada penelitian ini sudah didesain sebelumnya agar temperatur minyak seragam untuk mengurangi galat penelitian. Penggorengan dilakukan dengan menggunakan wajan berdiameter 35 cm dan kompor bertenaga gas (LPG) berukuran 12 kg, ditambah unit alat pengatur temperatur otomatis minyak goreng yang dikontrol dengan menggunakan rangkaian alat regulator temperatur (terdiri dari thermostat dan thermo couple) dan *solenoid valve*.

Proses penggorengan kerupuk ikan menggunakan metode 2 kali penggorengan, pada wajan penggorengan pertama berisi minyak goreng dengan temperatur 110 °C selama ± 45 detik dan pada wajan penggorengan kedua berisi minyak dengan temperatur 200 °C selama ± 30 detik. Volume minyak yang digunakan pada penggorengan pertama dan kedua masing-masing sebanyak 2 Liter. Jumlah kerupuk yang digoreng dalam satu kali proses penggorengan berjumlah 15 kerupuk dengan berat kerupuk mentah per buah ± 6 g, tebal $\pm 0,5$ cm dan berdiameter ± 3 cm. Kerupuk yang telah digoreng (matang) memiliki ketebalan $\pm 0,7$ cm dengan diameter ± 6 cm dan berat ± 5

g per kerupuk. Kemudian dipilih kerupuk yang ukurannya seragam, dikemas dengan kemasan plastik polipropilen (PP) dan langsung diuji masa simpannya.

(2) Prediksi Masa Simpan

Data angka Totox yang diperoleh kemudian dirata-rata, lalu diplotkan kedalam bentuk grafik relasi antara lama waktu simpan dengan angka Totox (Gambar 2). Dari grafik relasi ini kemudian didapatkan angka konstanta (k) dari laju kecepatan reaksi atau kerusakan pada parameter mutu untuk setiap temperatur penyimpanan yang digunakan dan juga diperoleh nilai R kuadrat (R^2) nya. Kemudian masing-masing nilai k dan R yang diperoleh dimasukkan ke persamaan Arrhenius dalam bentuk persamaan seperti dibawah ini:

$$k = k_0 \exp \left(\frac{-E_a}{R T} \right) \dots \dots \dots (1)$$

dimana, k = konstanta kecepatan reaksi; k_0 = angka konstanta; E_a = activation energy (Joule); R = konstanta gas ideal (8,314 J/g-mol K); dan T= suhu ($^{\circ}$ K).

Kemiringan (*slope*) merupakan nilai $-E_a/R$ sedangkan nilai intersepnya adalah $\ln k_0$. Melalui persamaan tersebut maka didapatkan persamaan kecepatan laju reaksi pada temperatur penyimpanan yang diuji yaitu temperatur ruang (30 $^{\circ}$ C). Konstanta kecepatan laju reaksi ini dapat dipakai untuk menghitung prediksi masa simpan kerupuk ikan dengan menggunakan persamaan reaksi orde 0 sebagai berikut:

$$\text{Perkiraan Shelf Life} = \frac{\text{Total Unit Mutu}}{\text{Penurunan Unit Mutu per hari}} \dots \dots \dots (2)$$

Total Unit Mutu merupakan selisih antara mutu awal (Q_0) dengan mutu akhir (mutu produk ketika terdeteksi rusak/ Q_t), sedangkan Penurunan Unit Mutu/hari merupakan nilai konstansta (*slope*) dari persamaan regresi yang diperoleh berdasarkan interaksi antara temperatur penyimpanan ($1/T$ dalam oK) dan $\ln k$. Nilai mutu produk saat rusak (Q_t) diperoleh dengan melakukan uji Qualitative Descriptive Analysis (QDA).

Tabel 1. Nilai Uji QDA terhadap Aroma (Koswara, 2004)

| Identitas Aroma | Nilai |
|---|-------|
| Normal/sama dengan kontrol | 7 |
| Normal, diduga ada <i>off flavor</i> tetapi belum tercium | 6 |
| Normal, <i>off flavor</i> mulai tercium tetapi sangat lemah | 5 |
| <i>Off flavor</i> tercium lemah | 4 |
| <i>Off flavor</i> tercium jelas | 3 |
| <i>Off flavor</i> tercium kuat, tengik | 2 |
| <i>Off flavor</i> tercium sangat kuat, sangat tengik | 1 |

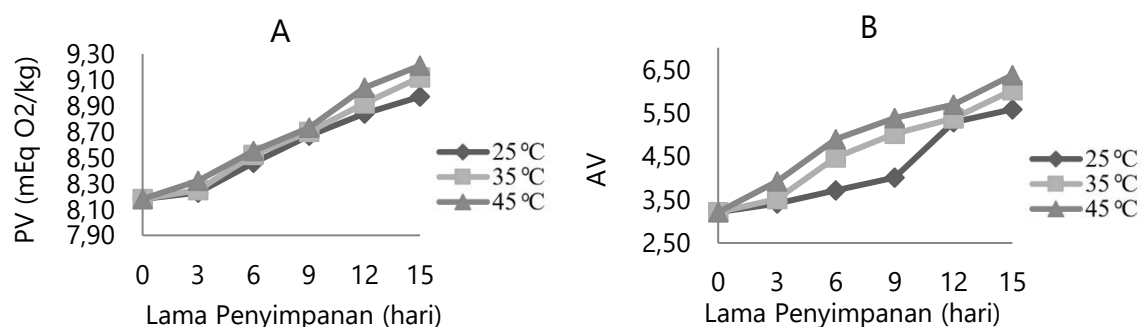
Sampel yang digunakan dalam pengujian QDA merupakan sampel kerupuk ikan yang digoreng dengan *palm oil*. Sampel kerupuk ikan kemudian disimpan pada 4 temperatur penyimpanan (25, 35, 45 dan 55 $^{\circ}$ C) selama 35 hari dimana setiap 5 hari dilakukan pengecekan aroma melalui kuisisioner uji QDA kepada panelis terlatih. Panelis yang akan mengikuti uji QDA adalah sebanyak 15 orang dan telah di-screening melalui proses pelatihan pengenalan aroma tengik pada kerupuk ikan hingga menjadi 9 orang. Screening dilakukan dengan uji kemampuan membedakan aroma tengik dengan *triangle test*. Panelis terpilih kemudian diberi arahan mengenai konsep, tujuan, dan pengertian mengenai QDA lalu diberi latihan dengan melakukan pengujian pada produk dimana

mereka bisa menggunakan persepsi mereka kepada atribut sensor mutu yang dipilih. Pengujian mutu sensoris dilakukan dengan metode QDA berdasarkan (Koswara, 2004). Kategori skor perubahan aroma dibandingkan dengan kontrol selama penyimpanan (Tabel 1).

Sembilan panelis terlatih melakukan uji deskripsi terhadap masing-masing kerupuk ikan yang telah diberi kode acak. Uji dilakukan di ruangan bersekat terbatas tanpa terganggu panelis lain dan langsung memberikan penilaian terhadap aroma kerupuk ikan pada kuisioner yang ada dihadapan masing-masing panelis. Kerupuk ikan yang masuk dalam skor tertolak (memiliki aroma tengik sesuai Tabel 13) kemudian dilakukan pengujian terhadap variabel penentu kerusakan oksidasi sesuai parameter mutu produk yang telah ditentukan sebelumnya, dalam penelitian ini kita menggunakan parameter mutu angka Totox. Angka yang diperoleh dari parameter mutu kerusakan ini kemudian digunakan sebagai nilai kritis (nilai mutu saat produk dinyatakan rusak) pada pengujian *Accelerated Self-Life Test* (ASLT) pada tahap selanjutnya. Nilai mutu produk saat rusak (Q_t) berdasarkan angka Totox menggunakan uji *Qualitative Descriptive Analysis* (QDA) adalah sebesar 63,96 mEq O₂/kg.

Parameter penelitian

Prediksi masa simpan kerupuk ikan ditentukan dengan menggunakan permodelan Arrhenius dengan teknik *accelerated self-life test* (ASLT) dengan menggunakan parameter kerusakan mutu angka total oksidasi (Totox). Sampel kerupuk yang sudah dipilih sesuai kriteria, dikemas dengan kemasan palstik jenis polipropilen (PP). Kemasan PP yang digunakan pada penelitian ini memiliki ketebalan $\pm 0,065$ mm. Ukuran kemasan yang digunakan dibuat sama, yaitu sebesar 270 cm² (15 x 18 cm) dengan berat isi setiap kemasannya adalah ± 30 g (berisi 6 potong kerupuk). Sampel yang sudah dikemas kemudian *diseal* dan dimasukkan ke dalam beberapa stoples yang didalamnya telah dipasang kawat penyangga dan berisi larutan garam (BaCl₂.2H₂O) jenuh. Stoples-stoples tersebut kemudian ditempatkan dalam 3 chamber dengan variasi temperatur terendah pada 25 °C, temperatur tengah pada 35 °C, dan temperatur penyimpanan tertinggi sebesar 45 °C dengan RH sebesar 90%. Sampel diamati setiap tiga hari sekali dan dilakukan pengukuran terhadap angka PV, AV, dan total oksidasi (Totox). Pengukuran dilakukan per tiga hari sekali selama 15 hari penyimpanan. Parameter penentu yang digunakan adalah angka Totox berupa hasil penjumlahan angka proksida dan angka anisidine berdasarkan metode (Hussain et al., 2021).



Gambar 1. Data angka peroksida (A) dan angka anisidin (B)

Pengujian angka peroksida (PV) dilakukan dengan metode Zhang et al. (2021) sedangkan pengujian angka anisidin (AV) menggunakan metode Varona et al. (2021). Angka PV yang menunjukkan kandungan senyawa hidroperoksida pada suatu bahan pangan yang selanjutnya

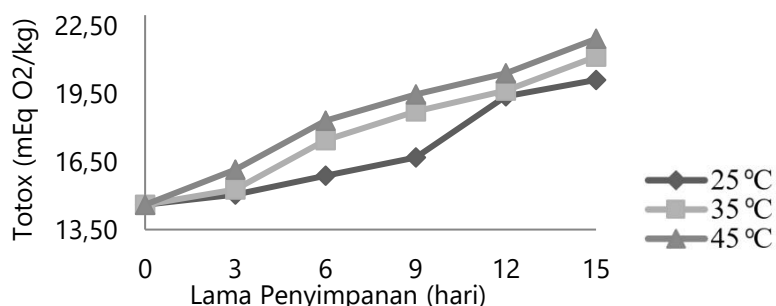
akan membentuk senyawa produk oksidasi sekunder yang dapat menyebabkan munculnya aroma tengik sedangkan angka AV memberikan informasi pada keberadaan senyawa karbonil non-volatil yang menunjukkan adanya kerusakan serius pada suatu minyak karena senyawa ini menunjukkan hasil oksidasi sekunder dari suatu minyak. Data angka peroksida (PV) dan angka anisidin (AV) disajikan pada Gambar 1. Angka Totox merupakan penjumlahan dari 2 kali PV dengan AV mengikuti persamaan berikut:

$$\text{Angka Totox} = (2 \times \text{Angka Peroksida}) + (\text{Angka p-Anisidin}) \dots \dots \dots (3)$$

Hasil dan pembahasan

Perubahan Angka Totox Kerupuk Ikan Selama Proses Penyimpanan

Selama proses penyimpanan, variabel uji yang digunakan adalah angka total oksidasi (Totox). Variabel tersebut diuji untuk melihat tingkat kerusakan oksidasi dari kerupuk ikan selama proses penyimpanan. Penjumlahan angka peroksida dan angka anisidin menunjukkan angka total oksidasi yang terjadi dalam suatu sistem pangan. Angka total oksidasi dituliskan dengan angka Totox yang merupakan hasil penjumlahan angka anisidin dengan 2 kali angka peroksida. Selama proses penyimpanan berlangsung, terjadi peningkatan angka Totox. Angka Totox kerupuk ikan pada penyimpanan selama 15 hari selama pengujian masa simpan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Angka total oksidasi (Totox) kerupuk ikan pada penyimpanan selama 15 hari pada temperatur 25, 35 dan 45 °C.

Gambar 2 menunjukkan adanya peningkatan angka Totox seiring dengan peningkatan temperatur penyimpanan hingga 45 °C dan lama penyimpanan hingga 15 hari. Interaksi kedua faktor (masa simpan dan temperature ruang simpan) mempengaruhi peningkatan angka Totox selama proses pengujian ASLT. Selain karena hukum percepatan reaksi (Q10), peningkatan angka Totox seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan menunjukkan bahwa proses oksidasi pada kerupuk ikan (yang terjadi karena auto-oksidasi karena keberadaan O₂) terus terjadi dari waktu ke waktu penyimpanan (Zio et al., 2021). Oksidasi dapat menurunkan mutu produk akibat putusnya senyawa-senyawa asam lemak menjadi senyawa-senyawa rantai pendek serta turunnya nilai nutrisi. Senyawa-senyawa tersebut bersifat *volatile* sehingga muncul aroma tengik yang dapat menurunkan selera makan. Angka Totox mengindikasikan total oksidasi yang terjadi pada suatu sistem pangan, baik oksidasi tahap awal maupun tahap akhir dalam keseluruhan proses oksidasi (Dewage et al., 2021). Tahap awal terjadinya oksidasi menghasilkan produk oksidasi primer (senyawa-senyawa hidroperoksida/hidroperoksiradikal) dan tahap akhir terjadinya oksidasi menghasilkan produk oksidasi sekunder (aldehid, keton, asam karboksilat, alkana dan alkena rantai pendek) (Hussain et al., 2021).

Angka Totox kerupuk ikan selama proses penyimpanan pada uji ASLT berkisar antara 13,99 hingga 21,95 mEq O₂/kg. Angka Totox terendah ada pada sampel kerupuk ikan dengan lama penyimpanan 0 hari pada semua temperatur penyimpanan, sedangkan angka Totox tertinggi ada pada sampel kerupuk ikan dengan lama penyimpanan 15 hari pada temperatur 45 °C. Angka Totox terendah pada penyimpanan hari ke 0 sebesar 13,99 mEq O₂/kg menunjukkan bahwa di awal produksi sudah terjadi oksidasi meskipun jauh dari ambang batas mutu indikator kerusakan, sedangkan pada penyimpanan hari ke 15 terjadi peningkatan hingga 21,95 mEq O₂/kg yang menunjukkan reaksi oksidasi pada kerupuk ikan meningkat seiring peningkatan masa simpan dan temperatur penyimpanan yang menghasilkan produk oksidasi gabungan berupa bilangan peroksida dan angka anisidin. Peningkatan kerusakan total oksidasi (Totox) pada kerupuk ikan ini tetap terjadi meskipun kerupuk ikan diberi perlakuan penggorengan dengan memodifikasi minyak penggorengan dengan tambahan minyak wijen (Pangawikan et al., 2017).

Prediksi Masa Simpan Kerupuk Ikan dengan Parameter Mutu Angka Totox

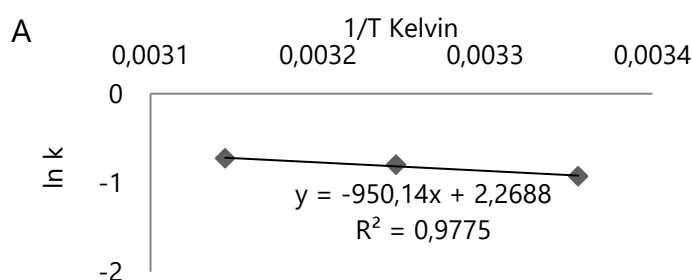
Teknik *accelerated self-life test* (ASLT) yang digunakan untuk memprediksi masa simpan kerupuk ikan mengikuti permodelan Arrhenius. Masa simpan kerupuk ikan didasarkan pada ketahanan terhadap kerusakan oksidasi yang ditandai dengan munculnya aroma tengik/*rancid*. Parameter mutu kritis produk yang digunakan adalah angka total oksidasi (Totox). Penyimpanan dilakukan pada 3 suhu berbeda, penyimpanan pertama yaitu pada suhu 25°C, penyimpanan kedua pada suhu 35°C, dan penyimpanan ketiga pada suhu 45°C dalam waktu 15 hari. Dilakukan pula pengamatan pada mutu kritis produk sebanyak 6 kali yaitu pada hari ke-0, 3, 6, 9, 12, dan 15.

Data bilangan masing-masing parameter mutu kritis produk yang didapatkan lalu dibuat nilai reratanya, lalu diplotkan ke dalam grafik yang menggambarkan hubungan antara masa penyimpanan terhadap parameter mutu kritis produk sehingga didapatkan angka konstanta kecepatan laju reaksi (k) yang merupakan penurunan angka mutu produk untuk setiap temperatur percobaan dengan masing-masing angka R²-nya. Langkah selanjutnya adalah *plotting* nilai k terhadap temperature percobaan mengikuti permodelan Arrhenius yang angka kemiringannya (*slope*) adalah $-E_a/R$ dan angka intersepnya adalah $\ln k$. Dengan diketahuinya nilai *activation energy* (E_a) dan nilai K lalu akan diperoleh persamaan kecepatan laju reaksi pada temperatur penyimpanan dimana produk tersebut diujikan (misal pada temperatur 30 °C). Konstanta kecepatan laju reaksi itu kemudian digunakan untuk kalkulasi prediksi masa simpan kerupuk ikan Palembang dengan mengaplikasikan persamaan reaksi pada orde nol (orde 0) dengan nilai kritis masing-masing parameter mutu kritis diperoleh dari pengujian sebelumnya.

Dalam memprediksi masa simpan menggunakan permodelan Arrhenius, untuk memperoleh nilai k (laju reaksi) pada setiap temperatur penyimpanan, data angka Totox dan lama penyimpanan pada setiap temperatur penyimpanan harus diplotkan seperti pada grafik pada Gambar 3. Persamaan linier pada kerupuk ikan dengan parameter mutu Totox adalah $y = -950.14x + 2.2688$. Dari persamaan 1, maka dapat dihitung nilai k pada kerupuk ikan pada temperatur penyimpanan 30 °C:

$$\begin{aligned}\ln k &= 2,2688 - 950,14 (1/T) \\ \ln k &= 2,2688 - 3,3135776 \\ \ln k &= -0,86698 \\ K &= 0,420221\end{aligned}$$

Nilai k pada persamaan 2 merupakan nilai penurunan unit mutu per hari penyimpanan. Setelah nilai k diperoleh (0,420221), nilai mutu produk saat rusak (Q_t) 63,96 mEq O_2 /kg, dan nilai mutu awal produk (Q_0) diketahui (13,99 mEq O_2 /kg), maka berdasarkan persamaan 2, prediksi masa simpan kerupuk ikan berdasarkan parameter mutu angka Totox adalah 118 hari atau berkisar kurang dari 4 bulan dari awal masa produksi. Hasil menunjukkan bahwa oksidasi pada kerupuk terjadi sejak awal kerupuk ikan diproduksi. Hal ini diindikasikan dari angka Q_0 dan aroma tengik yang mulai tercium pada saat angka Totox mencapai 63,96 mEq O_2 /kg. Oksidasi tersebut disebabkan oleh cahaya dan oksigen (auto-oksidasi). Memodifikasi minyak penggorengan dengan menambahkan minyak yang kandungan antioksidannya tinggi dapat meningkatkan masa simpan. Yang diketahui memiliki kandungan antioksidan berupa senyawa sesamol misalnya minyak wijen. Penelitian Pangawikan *et. al.* (2017) menggunakan minyak wijen sebanyak 20% pada penggorengan kedua kerupuk ikan untuk memperpanjang masa simpan kerupuk ikan hingga 199 hari.



Gambar 3. Grafik hubungan $\ln k$ dan $1/T$ pada uji angka total oksidasi (Totox) kerupuk ikan pada proses penyimpanan selama 15 hari pada temperatur 25, 35 dan 45 °C.

Kesimpulan

Metode percepatan pengujian masa simpan (*accelerated shelf-life test* atau ASLT) menggunakan model Arrhenius bisa dimanfaatkan sebagai model dalam memprediksi masa simpan kerupuk ikan yang rusak akibat reaksi oksidasi. Berdasarkan mutu kerusakan oksidasi menggunakan parameter kerusakan angka total oksidasi (Totox), prediksi masa simpan kerupuk ikan Palembang adalah 118 hari. Hal ini dapat diartikan bahwa kerupuk ikan Palembang akan mulai mengeluarkan aroma tengik (berdasarkan parameter angka total oksidasi) setelah disimpan selama sekitar 4 bulan penyimpanan dari masa awal produksi, sehingga lebih baik mengonsumsi kerupuk ikan sebelum batas waktu tersebut.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Fakultas Teknologi Industri Pertanian (FTIP) Universitas Padjadjaran, Fakultas Pertanian (FP) Universitas Sriwijaya, dan Kementerian Riset dan Teknologi (Kemenristek) Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Dirjen Dikti) Republik Indonesia yang telah memfasilitasi penulis sehingga penelitian ini dapat terlaksana hingga selesai.

Daftar pustaka

- Cong, S., Dong, W., Zhao, J., Hu, R., & Long, Y. (2020). Characterization of the lipid oxidation process of robusta green coffee beans and shelf life. *MDPI Molecules*, 25(1157), 1-16. <https://doi.org/doi:10.3390/molecules25051157>
- Dewage, E., Sandun, N., Nam, K., & Ahn, D. U. (2021). Analytical methods for lipid oxidation and

- antioxidant capacity in food systems. *MDPI - Antioxidants*, 10(1587), 1-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/antiox10101587>
- Fitriah, W., & Hendro, O. (2017). Tinjauan usaha krupuk kemplang ikan bilik desa lumpatan. *Jurnal Abdimas Mandiri*, 1(2), 115-123. <http://dx.doi.org/10.36982/jam.v1i2.413>
- Frankel, E. N. (2012). *Lipid oxidation*. Woodhead Publishing Limited in Food Science, Technology and Nutrition.
- Hasibuan, M. N., Indarti, E., & Erfiza, N. M. (2019). Analisis organoleptik (aroma dan warna) dan nilai tba dalam pendugaan umur simpan bumbu mi aceh dengan metode accelerated shelf-life testing (aslt) menggunakan persamaan arrhenius. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 11(2), 69-74. <https://doi.org/10.17969/jtipi.v11i2.14534>
- Hussain, N., Ishak, I., Aya, B., Agus, P., Fatin, N., & Samah, A. (2021). Effects of different stabilization conditions and extraction methods (soxhlet and ultrasonic-assisted) on quality of rice bran oil. *Emir. J. Food Agric*, 33(3), 220-227. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2021.v33.i3.2663>
- Ikasari, D., Suryaningrum, T. D., & Arti, I. M. (2017). Pendugaan umur simpan kerupuk ikan lele dumbo (*clarias gariepinus*) panggang dalam kemasan plastik metalik dan polipropilen. *JPB Kelautan Dan Perikanan*, 12(1), 55-70. <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v12i1.342>
- Indriani, M., Pratama, F., & Hermanto. (2019). Analisis lama penyimpanan kemplang ikan Palembang yang diproses dengan panas dari gelombang mikro dan yang digoreng. *Jurnal FisTech*, Vol 8(No. 2), 72-78. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v8i2.10008>
- Koswara, S. (2004). *Evaluasi sensoris dalam pendugaan umur simpan produk pangan - modul pelatihan pendugaan waktu kadaluarsa (shelf life) bahan dan produk pangan*. Pusat Studi Pangan Dan Gizi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Mansur, S. R., Patang, & Sukainah, A. (2021). Pengaruh jenis kemasan dan lama penyimpanan terhadap kualitas dangke. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 7(1), 53-66. <https://doi.org/10.26858/jptp.v7i1.12606>
- Pakpahan, N., Kusnandar, F., Elvira, S., & Maryati, S. (2020). Pendugaan umur simpan kerupuk mentah tapioka dalam kemasan plastik polypropylene dan low density polyethylene menggunakan metode kadar air kritis. *Jurnal Teknologi Pangan*, 14(3), 52-62. <https://doi.org/10.33005/jtp.v14i2.2454>
- Pangawikan, A. D., Santoso, U., & Hastuti, P. (2017). Shelf-life prediction of indonesian fish cracker fried with mix palm-sesame oil using accelerated shelf-life test (aslt). *International Journal of Science and Research*, 6(8), 921-926. <https://doi.org/10.21275/ART20176095>
- Rahman, N. L., & Dewi, I. K. (2017). Perbaikan proses pengirisan adonan dan kemasan kerupuk di ukm mitra ud. indah pratama desa kilensari kecamatan panarukan kabupaten situbondo. *Jurnal Akses Pengabdian Indonesia*, 2(2), 24-32. <https://doi.org/10.33366/japi.v2i2.822>
- Sunyoto, M., Djali, M., & Syafaah, M. (2018). Pendugaan umur simpan kerupuk ikan dalam berbagai jenis kemasan dengan metode akselerasi melalui pendekatan kadar air kritis. *Jurnal Penelitian Pangan*, 2(1), 55-63.
- Varona, E., Tres, A., Rafecas, M., Vichi, S., Barroeta, A. C., & Guardiola, F. (2021). Methods to determine the quality of acid oils and fatty acid distillates used in animal feeding. *MethodX*, 8(102334), 1-10. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mex.2021.101334>
- Yudha, A. M. (2008). *Peningkatan umur simpan kerupuk ikan gabus dengan beberapa jenis kemasan*. Skripsi Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya, Sumatera Selatan.
- Zhang, N., Li, Y., Wen, S., Sun, Y., Chen, J., Gao, Y., Sagymbek, A., & Yu, X. (2021). Analytical methods for determining the peroxide value of edible oils: a mini-review. *Food Chemistry*, 358(129834), 1-8. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129834>
- Zio, S., Tarnagda, B., Zongo, O., Boro, A., Elothmani, D., Meurlay, D. LE, Lancon, V., & Savadogo, A. (2021). Total gossypol and oxidation levels of refined cottonseeds oils and crude peanut. *FOOD RESEARCH*, 5(6), 274-282.