**APLIKASI KEMASAN *RETORT POUCH* PADA MAKANAN TRADISIONAL PALLU BUTUNG DAN EVALUASI PENURUNAN MUTUNYA PASCA PROSES TERMAL DAN PENYIMPANAN**

*Application of Retort Pouch Packaging in Pallu Butung Traditional Food and Evaluation of Post-Termal Quality Decrease and Storage Processes*

**Ilham(1), Februadi Bastian(2), Andi Hasizah Mochtar(3)**

**ABSTRAK**

**Latar Belakang:** Kemasan *retort pouch* dapat memperpanjang masa simpan suatu bahan pangan tanpa perlu penambahan bahan pengawet. Titik kritis penggunaan *retort pouch* adalah saat proses sterilisasi. Proses sterilisasi yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas sensori dan nutrisi produk maupun merusak kemasan produk itu sendiri. Selain itu, sterilisasi yang tidak optimal dapat memperpendek umur simpan produk. Oleh karena itu, proses termal yang tepat pada pallu butung kemasan *retort pouch* perlu diketahui agar produk yang dihasilkan tidak cepat mengalami penurunan mutu selama penyimpanan. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perlakuan suhu sterilisasi terbaik pada produk pallu butung kemasan *retort pouch* dan mengetahui pengaruh lama penyimpanan kemasan *retort pouch* terhadap peningkatan jumlah gula pereduksi, peningkatan nilai asam lemak bebas, peningkatan nilai TBA (*Thiobarbituric acid*), pertambahan jumlah Angka Lempeng Total (ALT), perubahan derajat keasaman (pH), perubahan nilai viskositas, dan perubahan warna pada produk pallu butung. **Metode:** Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan perlakuan suhu sterillisasi 121ºC selama 15 menit dan waktu penyimpanan selama empat pekan berturut-turut dalam suhu ruang. **Hasil:** Hasil yang didapatkan pada penelitian ini selama empat pekan berturut turut adalah kadar gula reduksi 0.262%, 0.272%, 0.257%, dan 0.686%. Kadar ALB sebesar 0.787%, 0.494%, 0.685%, dan 0.834%. Kadar TBA sebesar 0.715 mgMA/kg, 0.762 mgMA/kg, 0.972 mgMA/kg, dan 2.150 mgMA/kg. Jumlah total ALT sebanyak 3.434 logCFU/ml, 6.507 logCFU/ml, 8.022 logCFU/ml, dan 8.346 logCFU/ml. Nilai pH sebesar 5.32, 5.53, 5.44, dan 4.30. Nilai viskositas sebesar 55466.33 mPa.s, 54399.67 mPa.s, 50133.33 mPa.s, dan 58266 mPa.s. Sedangkan tingkat kecerahan (L\*) warna dari pallu butung adalah 62.79, 62.85, 62.85, dan 60.48. **Kesimpulan:** Kesimpulan dari penelitian ini adalah kemasan *retort pouch* pasca proses termal dan penyimpanan mampu mempertahankan mutu pallu butung hingga Pekan III untuk kadar gula reduksi, kadar asam tiobarbiturat, pH, dan warna. Adapun viskositas pallu butung secara efektif dapat dipertahankan hingga Pekan IV.

**Kata kunci:** Kemasan *retort pouch*, Lama penyimpanan, Pallu butung, Sterilisasi.

1. **PENDAHULUAN**
2. **Latar Belakang**

Pallu butung merupakan jenis makanan kudapan khas Makassar yang terbuat dari olahan buah pisang raja berupa potongan pisang kukus yang ditambahkan adonan berbahan tepung beras, gula pasir, daun pandan, santan, dan sedikit garam. Pallu butung umumnya disebut es pallu butung karena dalam penyajiannya diberi tambahan es serut. Selain itu, bahan tambahan lain pada pallu butung yaitu sirup *cocopandan* (DHT), susu, dan berbagai jenis *topping* seperti coklat, susu bubuk, kacang, meses, atau keju yang dapat disesuaikan dengan selera. Pallu butung termasuk pangan tradisional karena sudah turun temurun dikonsumsi serta menggunakan bahan utama berbasis lokal berupa pisang, tepung beras, perisa alami daun pandan, dan santan. Makanan tradisional disebut juga kuliner lokal karena jenis makanan ini berkaitan erat dengan suatu daerah tertentu dan diwariskan dari generasi ke generasi sebagai bagian dari tradisi (Purwaning Tyas, 2017). Selama ini, penyajian pallu butung hanya dilakukan secara langsung ke mangkuk atau piring tanpa dikemas terlebih dahulu sehingga belum ada pallu butung kemasan yang dijual di pasaran. Padahal, fungsi kemasan selain dapat memperpanjang umur simpan produk juga dapat meningkatkan daya tarik konsumen terhadap produk itu sendiri (Sucipta *et al.*, 2017).

Kemasan adalah lapisan terluar suatu produk dengan fungsi utama memberikan perlindungan pada produk dari segala kerusakan fisik, cemaran kimia maupun mikrobiologi sekaligus memperpanjang umur simpan produk (Muntikah, 2017). Kemasan juga berfungsi meningkatkan daya tarik konsumen terhadap produk, sumber informasi terkait produk, kemudahan dalam distribusi, serta meningkatkan nilai jual produk. Secara umum, pengemasan merupakan usaha untuk menjamin keamanan dan kualitas produk selama penyimpanan dan distribusi hingga produk dapat sampai ke tangan konsumen dalam kondisi tetap baik (Sucipta *et al.*, 2017). Adapun jenis bahan kemasan pangan yang banyak digunakan antara lain kaleng/*tin plate*, aluminim, gelas, kertas, plastik, dan *edible film*.

Salah satu jenis kemasan yang memiliki fungsi ganda (perlindungan sekaligus pengawetan) adalah pengalengan. Pengalengan merupakan proses pewadahan makanan secara tertutup dan hermetis menggunakan bahan logam yang bersifat kaku seperti tin plate ataupun bahan logam bersifat fleksibel seperti aluminium. Pengawetan dalam proses pengalengan dilakukan melalui proses retort, yaitu proses pemanasan kaleng beserta isinya menggunakan air atau uap air panas dalam tekanan tertentu (Hariyadi, 2015). Pemanasan tersebut dapat mematikan mikroba patogen karena suhu *retorting* dilakukan pada suhu sterilisasi komersial yaitu di atas 100ºC (Kurniadi et al., 2019). Pada kemasan kaleng (*thin plate*), struktur kemasan yang tebal menyebabkan proses *retorting* lebih lama sehingga pemanasan yang terlalu lama dapat menurunkan kualitas sensori dari produk (Murniyati, 2009). Untuk mengatasi masalah tersebut diperlukan kemasan yang dapat mempersingkat waktu pemanasan namun kualitas produk tetap terjaga baik dari segi kualitas sensori maupun dari potensi bahaya cemaran mikroba patogen. Salah satu upaya tersebut adalah penggunaan kemasan fleksibel yang tipis. Kemasan tersebut dinamakan *retort pouch* berbentuk kantong.

*Retort pouch* merupakan kemasan fleksibel berbentuk *pouch* (kantong) yang terbuat dari laminasi aluminium tipis dan polimer serta tahan terhadap suhu sterilisasi (Anggita *et. al.*, 2018). Sifat aluminium yang kedap terhadap air, cahaya dan oksigen cocok digunakan sebagai kemasan *retort pouch* (Schirmer, 2009). Kemasan *retort pouch* memiliki beberapa keunggulan seperti harga lebih murah, ringan, tipis sehingga memperpendek waktu sterilisasi, mudah didaur ulang, mudah dibentuk karena fleksibel dan efisiensi dalam ruang penyimpanan. Menurut Murniyati (2009), karena memiliki struktur kemasan yang tipis, *retort pouch* akan lebih cepat memindahkan panas menuju *critical point* saat proses *retorting*. Pemanasan yang relatif singkat dapat menjaga gizi produk yang sensitif terhadap panas. Namun, suhu pemanasan merupakan titik kritis pada kemasan *retort pouch* karena tiap bahan pangan memiliki karakter pemanasan yang berbeda. Maksudnya, tiap bahan pangan memiliki waktu distribusi dan waktu penetrasi termal yang berbeda. Pemanasan dengan suhu terlalu tinggi akan menyebabkan rusaknya gizi produk yang sensitif terhadap panas (*over cooking*), begitu pula jika waktu dan suhu pemanasan tidak tercukupi maka produk cepat rusak karena mikroba tidak inaktif. Oleh karena itu, panas yang diberikan harus cukup menghancurkan bakteri patogen tetapi tidak cukup untuk menurunkan kualitas gizi dan organoleptik makanan (Nurhikmat *et al.*, 2016). Menurut Kiziltaş *et al.* (2010), jumlah panas yang dibutuhkan selama proses sterilisasi dipengaruhi oleh ukuran kaleng dan isinya, jenis bahan (padat atau cair), pH bahan, suhu awal bahan, dan sumber panas. Semakin besar ukuran kemasan atau isinya maka waktu sterilisasi dibutuhkan lebih lama. Jika bahan pangan berwujud cair maka sterilisasi berlangsung lebih cepat. Waktu sterilisasi bahan pangan berasam rendah dapat diperpendek dengan pemanasan suhu lebih tinggi. Adapun suhu awal bahan yang cukup (50-60ºC) dapat mempersingkat waktu sterilisasi, sedangkan sumber panas berupa medium uap air juga mempercepat distribusi panas. Hal inilah yang mendasari perlunya dilakukan penelitian untuk mengetahui proses termal yang tepat pada pallu butung kemasan *retort pouch* agar dihasilkan produk kemasan yang lebih awet sekaligus mempertahankan kualitas sensori produk.

1. **Rumusan Masalah**

Kemasan *retort pouch* dapat memperpanjang masa simpan suatu bahan pangan tanpa perlu penambahan bahan pengawet. Titik kritis penggunaan *retort pouch* adalah saat proses sterilisasi. Proses sterilisasi yang tidak tepat dapat menurunkan kualitas sensori dan nutrisi produk maupun merusak kemasan produk itu sendiri. Selain itu, sterilisasi yang tidak optimal dapat memperpendek umur simpan produk. Oleh karena itu, proses termal yang tepat pada pallu butung kemasan *retort pouch* perlu diketahui agar produk yang dihasilkan tidak cepat mengalami penurunan mutu selama penyimpanan.

1. **Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perlakuan suhu sterilisasi terbaik pada produk pallu butung kemasan *retort pouch*.

Untuk mengetahui pengaruh lama penyimpanan kemasan *retort pouch* terhadap peningkatan nilai ALB (Asam Lemak Bebas), peningkatan jumlah gula pereduksi, pertambahan jumlah Angka Lempeng Total (ALT), perubahan derajat keasaman (pH), perubahan nilai viskositas, perubahan warna, dan peningkatan nilai TBA (*Thiobarbituric Acid*) pada produk pallu butung.

1. **Manfaat Penelitian**

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Sebagai informasi mengenai suhu sterilisasi yang tepat pada produk *retort pouch* khususnya jenis makanan tradisional basah, pallu butung.
2. Penelitian ini juga memberikan informasi terkait penurunan mutu produk selama penyimpanan sehingga dapat diketahui masa simpan produk pallu butung kemasan *retort pouch*.
3. **TINJAUAN PUSTAKA**
4. **Pallu Butung**

Sebagai salah satu jenis makanan tradisional, pallu butung atau es pallu butung merupakan makanan khas asal Sulawesi Selatan yang cukup terkenal. Kuliner ini menjadi ikon kuliner Kota Makassar. Pallu butung terbuat dari olahan buah pisang raja berupa potongan pisang kukus yang ditambahkan adonan berbahan tepung beras, gula pasir, daun pandan, santan, dan sedikit garam. Saat bulan puasa, es pallu butung termasuk jajaran takjil populer yang menjadi salah satu menu buka puasa. Pallu butung biasanya disajikan dengan campuran es serut, sirup rasa *cocopandan* (DHT). Tak hanya itu, pallu butung dapat dikreasikan dengan menambahkan topping sesuai selera seperti coklat butir, coklat cair, susu kental manis, kacang, sagu mutiara, atau taburan parutan keju. Ikon kuliner Kota Makassar ini termasuk makanan tradisional. Makanan tradisional merupakan makanan khas daerah tertentu dan diwariskan dari generasi ke generasi sebagai bagian dari tradisi (Purwaning Tyas, 2017). Menurut Setiawan (2016), makanan tradisional tidak hanya menyajikan cita rasa yang mengundang selera, tetapi juga menyimpan berbagai kekayaan kearifan lokal sebagai sumber dan pegangan hidup yang berharga bagi masyarakat.

1. **Kemasan Makanan**

Kemasan makanan merupakan wadah yang memiliki fungsi utama melindungi makanan dari segala kerusakan fisik, kimia maupun kontaminasi mikroba sehingga nutrisi dan kualitas makanan tetap terjaga. Selain itu, tujuan lain dari pengemasan pada produk pangan adalah memperpanjang umur simpan bahan, mengatasi *food losses* dari produk pertanian atau pangan yang melimpah, memudahkan distribusi atau pengangkutan dan menyimpan bahan pangan, menambah estetika dan nilai jual bahan pangan, serta meningkatkan daya tarik dari produk pangan (Muntikah, 2017). Kemasan juga berfungsi sebagai media pemasaran yang jitu (Mufreni, 2016). Menurut Sucipta (2017), beberapa sifat penting yang perlu dimiliki oleh kemasan makanan adalah dapat menyimpan dan mempertahankan bau dan aroma makanan, tidak dikemas secara berlebihan, mudah ditutup atau direseal kembali, mudah disimpan, mudah dibuka, diberi segel untuk mencegah pemalsuan isi kemasan, dapat digunakan di oven *microwave*, tidak menimbulkan atau sedikit sekali menimbulkan masalah lingkungan. Ragam kemasan makanan tradisional yang sering dijumpai seperti kemasan dengan menggunakan daun pisang, kelobot jagung (pelepah daun jagung), daun kelapa/enau (aren), daun jambu air dan daun jati. Sedangkan secara modern, jenis bahan kemasan dapat berupa kertas, alumunium foil, film, dan plastik (Ummaya Santi, 2015). Pada makanan olahan, terdapat jenis makanan tertentu yang diolah melalui proses termal bersama kemasannnya. Syarat penggunaan kemasan pada proses termal harus tahan terhadap suhu tinggi. Kemasan tahan suhu tinggi didesain untuk bahan yang memerlukan pemanasan, pasteurisasi dan sterilisasi (Ummaya Santi, 2015). Umumnya terbuat dari logam dan gelas.

1. ***Retort Pouch***

*Retorting* merupakan proses *retort* yang dilakukan pada suhu sekitar 110-121ºC (Pankaj, 2015), baik untuk kaleng logam maupun kemasan fleksibel. Alat yang digunakan untuk keperluan ini dinamakan *retort chamber*. Selama mengalami proses *retort*, terjadi pemanasan pada bahan pangan, termasuk kemasannya. Sedangkan *retort pouch* adalah kemasan fleksibel berbentuk *pouch* (kantong) yang terbuat dari laminasi aluminium tipis dan polimer serta tahan terhadap suhu sterilisasi (Anggita *et. al.*, 2018). Menurut Tribuzi (2015), *retort pouch* tersusun dari konfigurasi empat lapis poliester 12 μm, aluminium 9 μm, polipropilena 15 μm, dan kantong polipropilen cetakan 80 μm berukuran 190 mm × 240 mm. Meski aluminium bahan paling tipis, namun aluminium tetap sebagai bahan utama penyusun *retort pouch*. Pemilihan aluminium sebagai bahan utama karena sifatnya yang kedap terhadap air, cahaya dan oksigen cocok digunakan sebagai kemasan *retort pouch* (Schirmer, 2009). Kemasan *retort pouch* memiliki beberapa keunggulan seperti harga lebih murah, ringan, tipis sehingga memperpendek waktu sterilisasi, mudah didaur ulang, mudah dibentuk karena fleksibel dan efisiensi dalam ruang penyimpanan. Karena desain *retort pouch* tipis, penetrasi panas saat sterilisasi akan berlangsung dengan cepat (Murniyati, 2009). Proses sterilisasi yang cepat dapat meminimalisir kerusakan atau penurunan nutrisi bahan pangan selama proses termal (sterilisasi).

Sterilisasi pada kemasan *retort pouch* sangat penting untuk mencegah kerusakan produk. Suhu pemanasan yang terlalu tinggi akan menyebabkan produk *overcooking*. Sebaliknya jika suhu pemanasan tidak cukup maka produk berpotensi cepat rusak akibat pertumbuhan mikroba (Nurhikmat et al., 2016). Selain kerusakan isi produk, sterilisasi juga dapat merusak kemasan *retort pouch* jika tidak dikontrol. Kerusakan pada kemasan akibat sterilisasi umumnya terjadi pada lapisan *seal* berupa kebocoran akibat pemuaian bahan dan kemasan yang kuat sementara kekuatan kemasan *retort pouch* terbatas. Bahkan kemasan dapat meledak jika tekanan di dalam dan di luar kemasan tidak seimbang.

1. **Sterilisasi**

Proses termal (sterilisasi) yang ditujukan bukan hanya untuk membunuh mikroba, namun harus mempertimbangkan kualitas dari produk akhir dengan cara meminimalkan kerusakan mutu (Yuswita, 2014). Sterilisasi merupakan proses pemusnahan semua jenis mikroba dan sporanya baik secara mekanis, fisik, maupun kimia (Pankaj, 2015). Sterilisasi mekanis dilakukan dengan cara penyaringan dengan saringan yang pori-porinya kecil antara 0,22 sampai 0,45 mikron. Adapun sterilisasi fisik dilakukan dengan proses pemanasan seperti membakar langsung, memanaskan di oven (pemanasan kering), menggunakan uap air panas, dan memberikan uap air panas sekaligus tekanan. Sedangkan sterilisasi kimia membutuhkan senyawa atau bahan kimia khusus untuk melakukan sterilisasi, seperti alkohol atau formaldehid (Tridianti, 2012). Indikator proses sterilisasi yang optimal umumnya dilakukan dengan memastikan *C. botulinum* dapat mati. Dengan demikian, mikroba lain yang kurang tahan panas akan otomatis mati apabila *C. botulinum* berhasil dibunuh (Yuswita, 2014). Waktu atau lamanya sterilisasi tergantung beberapa faktor seperti jenis mikroorganisme, tinggi rendahnya suhu sterilisasi, dan derajat keasaman. Menurut Kiziltaş (2010), sterilisasi dan jumlah panas yang dibutuhkan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: 1) Ukuran kaleng dan keadaan isinya, semakin besar ukuran kaleng maka semakin banyak waktu yang diperlukan untuk sterilisasi; 2) Jenis bahan, bahan bentuk cair akan lebih cepat penetrasi panasnya daripada bahan padat; 3) pH bahan pangan, waktu sterilisasi bahan pangan berasam rendah dapat diperpendek dengan pemanasan pada suhu lebih tinggi; 4) Suhu awal bahan, suhu awal yang cukup (50º sampai 60ºC) dapat memperpendek waktu sterilisasi; 5) Sumber panas yaitu uap air sebagai medium pemanasan dapat membantu perpindahan panas lebih cepat.

Dalam proses sterilisasi metode panas, dibedakan menjadi dua yaitu metode pemanasan basah dan metode pemanasan kering. Metode pemanasan basah menggunakan medium uap air sebagai penghantar panas. Pemanasan dengan media uap air dapat merusak atau mendenaturasi protein mikroorganisme sehingga mati atau inaktif. Sedangkan metode pemanasan kering tidak menggunakan air atau uap air selama pemanasan/sterilisasi (Yudianti et al., 2017). Proses ini menyebabkan terjadinya dehidrasi dan oksidasi protein. Pemanasan metode basah lebih efisien karena waktu yang dibutuhkan lebih singkat dan suhu lebih rendah daripada pemanasan metode kering. Jika menggunakan sterilisasi metode pemanasan basah pada produk maka produk yang disterilkan harus dalam wadah tersegel atau terbungkus dengan bahan yang dapat mencegah rekontaminasi setelah disterilkan.

Sterilisasi komersial adalah pemanasan pada suhu di atas 100ºC, umumnya sekitar 121,1ºC dengan menggunakan uap air selama waktu tertentu dengan tujuan untuk memusnahkan spora bakteri patogen termasuk spora bakteri *Clostridium botulinum*. Dengan demikian, sterilisasi komersial ini hanya digunakan untuk mengolah bahan pangan berasam rendah, seperti kornet, sosis dan sayuran dalam kaleng (Prayogo & Najilatil Mazda, 2021). Susu steril dalam kotak adalah contoh produk lain yang diproses dengan sterilisasi komersial. Tetapi prosesnya berbeda dengan pengalengan. Susu steril dalam kotak diproses dengan pengemasan aseptik, yaitu suatu proses sterilisasi kontinyu dimana produk susu yang sudah disterilkan dimasukkan ke dalam kotak yang sudah disterilkan dalam lingkungan yang juga aseptik. Proses pengemasan aseptik umumnya digunakan untuk sterilisasi komersial produk-produk yang bentuknya cair.

1. **Umur Simpan Bahan Pangan**

Umur simpan atau *shelf life* didefinisikan sebagai rentang waktu yang dimiliki suatu produk mulai dari produksi hingga konsumsi sebelum produk mengalami penurunan kualitas/rusak dan tidak layak untuk dikonsumsi dan hal ini berhubungan dengan kualitas pangan (Asiah et al., 2018). Penurunan kualitas dan kerusakan produk dapat dilihat dari parameter sensori dan gizi. Umumnya penulisan umur simpan pada label kemasan menggunakan bahasa *best before* (baik digunakan sebelum). Pengujian umur simpan akan menggambarkan seberapa lama produk dapat bertahan pada kualitas yang sama selama proses penyimpanan. Selama rentang waktu umur simpan produk harus memiliki kandungan gizi sesuai dengan yang tertera pada kemasan, tetap terjaga tampilan, bau, tekstur, rasa, fungsinya, dan produk harus aman dikonsumsi. Nilai umur simpan terhitung sejak produk diproduksi atau dikemas. Sedangkan kondisi dimana produk sudah tidak aman untuk dikonsumsi dibatasi oleh tanggal kadaluarsa (*expiration date*). Istilah “*use-by*” dan “*expiration date*” merupakan istilah yang sama untuk menggambarkan batasan produk bisa dikonsumsi secara aman atau tidak dan hal ini berhubungan dengan keamanan pangan. *Best before* memberikan informasi tanggal dimana produk pangan masih aman dikonsumsi namun secara kualitas sudah mulai turun atau tidak sama lagi dengan kondisi awal yang dijanjikan oleh produsen. Sedangkan *expiry date* merupakan tanggal yang ditampilkan dalam kemasan yang menunjukkan batasan tingkat keamanan produk. Setelah melewati tanggal tersebut kemungkinan produk akan mengalami kerusakan dan sudah tidak layak untuk dikonsumsi.

1. **METODOLOGI**
2. **Waktu dan Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September 2021 hingga Maret 2022 di Laboratorium Pengolahan Pangan, Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM), serta Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Pangan, Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

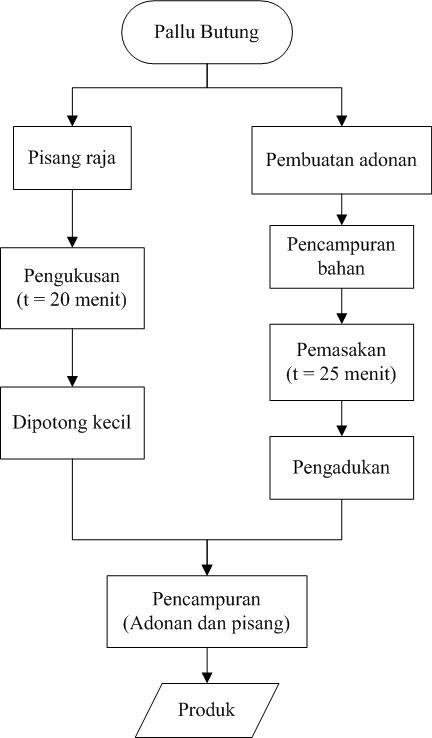
1. **Alat dan Bahan**

Alat-alat instrumen yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu labu destilasi*,* labu ukur,batang pengaduk, timbangan analitik, *bulb*, Erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, mikropipet, *pipette tip*, pipet tetes, pipet volume, *vacuum sealer*, cawan petri, botol kecil, cawan porselen, pembakar Bunsen, pipet ukur, sendok tanduk, inkubator, *stirring bar*, spektrofotometer UV-Vis, tabung reaksi, *hot plate,* gelas kimia analitik, laminar air flow, karet gelang, rak tabung reaksi, *hotplate*, alat titrasi, *vortex*, autoklaf, destilator, kulkas, viscometer, colorimeter, dan pH meter.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu Natrium Kalium Tartat, Natrium Metabisulfit, Fenol, aquades, aluminium foil, plastik *cling wrap*, selotip, lateks, spiritus, kertas bekas, label, alkohol 96%, alkohol 70%, indikator pp, *biological indicator for steam*, TBA (Asam Thiobarbiturat), asam asetat pekat (CH3COOH), HCl 4N, kapas, timbal (II) asetat (Pba), timbal (II) Oksida (PbO), Natrium karbonat (Na2CO3), NaOH, asam 3,5 dinitrosalisilat, *deionized water* (*WaterOne*), *buffer* pH 7, *Plate Count Agar* (*Himedia*), tepung beras, es batu, gula pasir, garam, air, pisang raja, santan, dan daun pandan.

1. **Prosedur Penelitian**
2. **Pembuatan Pallu Butung**

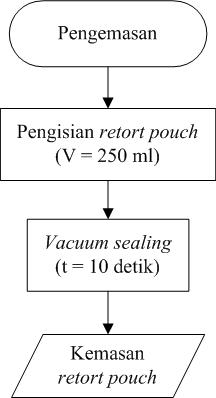
Pertama-tama, sebanyak 25 buah pisang atau satu sisir pisang raja dikukus selama kurang lebih 20 menit atau hingga matang. Pembuatan adonan dilakukan dengan penambahan 2,5 liter santan, 150 gram tepung beras, 1/8 sendok teh perisa vanili atau daun pandan, dua sendok teh garam, dan 250 gram gula pasir ke dalam panci. Selama pemasakan, diaduk hingga mengental. Setelah mengental, diamkan hingga dingin terlebih dahulu lalu kemudian dimasukkan dalam kantong *retort* ukuran 500 ml sebanyak 250 ml. Selanjutnya kemasan *retort* divakum dan disegel menggunakan *vacuum sealer*. Prosedur singkat pembuatan pallu butung dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Pallu Butung

1. **Pengemasan Pallu Butung Secara Vakum (Ahmadun, 2013)**

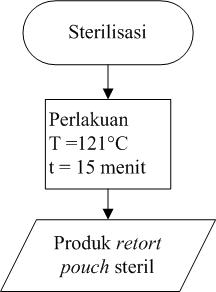
Bahan kemasan *retort pouch* terbuat dari lembaran terlaminasi aluminium foil. Proses pengemasan pallu butung dilakukan dengan menggunakan *sealer* secara manual (suhu *plate sealing* 300ºC). Penutupan kemasan dilakukan secara vakum dengan menggunakan *vacuum sealer*. Kondisi vakum dimaksudkan untuk menambah keawetan produk. Tekanan vakum yang digunakan yaitu kurang dari 1 atmosfer (0.9571 atm), *vacuum time* selama 25 detik, dan *seal time* selama 10 detik. Prosedur pengemasan pallu butung secara vakum dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Prosedur Pengemasan Pallu Butung Secara Vakum

1. **Sterilisasi Bahan Pangan Kemasan *Retort Pouch* (Ahmadun, 2013)**

Pallu butung yang telah dikemas dalam kantong *retort* kemudian disterilisasi dalam autoklaf dengan suhu sterilisasi 121ºC selama 15 menit. Setelah disterilisasi, produk selanjutnya diberi kode atau label untuk menandai penanggalan sterilisasinya atau penanggalan produksinya. Prosedur sterilisasi kemasan *retort pouch* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Prosedur Sterilisasi Kemasan *Retort Pouch*

1. **Desain Penelitian**

Penelitian ini menggunakan 1 faktor yaitu lama penyimpanan dalam suhu ruang dengan 4 perlakuan dan dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali ulangan. Adapun perlakuan pada penelitian ini antara lain adalah:

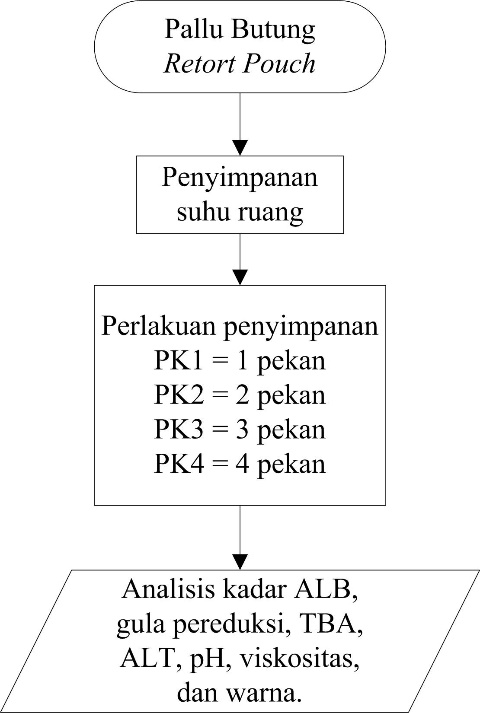
PK1: Penyimpanan 1 pekan

PK2: Penyimpanan 2 pekan

PK3: Penyimpanan 3 pekan

PK4: Penyimpanan 4 pekan

Pallu butung yang telah disimpan, masing-masing perlakuannya dianalisis tiap pekan (tiap tujuh hari) secara berturut-turut. Prosedur singkat prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Prosedur Rancangan Penelitian

1. **Parameter Pengamatan**
2. ***Biological Indicator* ATCC 7953 *for Steam* (Miranzadeh *et. al.*, 2013)**

****

Gambar 5. Biological Indicator ATCC 7953

Dua buah ampul *biological indicator* yang berisi spora *Geobacillus stearothermophilus* diberi perlakuan yaitu satu ampul dimasukkan ke dalam kemasan *retort pouch* berisi pallu butung dan satunya tidak disterilisasi. Untuk ampul yang disterilisasi, sebelum dimasukkan ke dalam kemasan *retort pouch*, ampul terlebih dahulu dibungkus dengan plastik klip agar tidak kemasukan uap air. Sterilisasi dilakukan pada produk yang berisi ampul pada suhu 121ºC selama 15 menit. Setelah disterilisasi, ampul dikeluarkan lalu didinginkan di ruang terbuka hingga mencapai suhu ruang. Kedua ampul tadi (sterilisasi dan tidak disterilisasi) dipecahkan menggunakan *crusher* ampul *(plastic tube*) itu sendiri kemudian dikocok. Kedua ampul tersebut diinkubasi selama 24 jam pada suhu 55-62ºC. Jika warna pada indikator berubah dari warna ungu menjadi warna kuning, mengindikasikan proses sterilisasi gagal. Sebaliknya, jika ampul yang disterilisasi tidak mengalami perubahan warna, maka proses sterilisasi tersebut berhasil pada suhu dan waktu yang digunakan (T = 121ºC, t = 15 menit).

1. **Kadar Gula Reduksi (Rismawati, *et. al.*, 2016)**

Pengujian kadar gula reduksi dilakukan dengan menggunakan metode DNS. Metode DNS adalah metode pengujian gula reduksi yang menggunakan reagen DNS. Saat digunakan, reagen tersebut akan bereaksi dengan gula reduksi membentuk warna bening jingga kemerahan atau 3-amino-5-nitrosalisilat (Khairina, 2015). Reagen DNS dibuat dengan mencampurkan 1,06 gram asam 3,5 dinitrosalisilat, 1,98 gram NaOH, 30,6 gram natrium kalium tartrat, dan 0,83 gram natrium metabisulfite ke dalam 141,6 ml akuades. Setelah itu, ditambahkan dengan 0,76 ml fenol yang telah dicairkan pada suhu 50˚C. Larutan lalu dihomogenkan dengan cara diaduk dalam gelas kimia.

Sebelum pengujian DNS dilakukan, terlebih dahulu dibuat larutan penjernih untuk proses penjernihan sampel. Bahan yang dibutuhkan yaitu 3 gram timbal (II) asetat (Pba), 1 gram timbal (II) oksida (PbO) dan 7 ml akuades (perbandingan 3:1:7). Sebelum bahan tersebut digunakan, khusus timbal (II) asetat (Pba) ditanur terlebih dahulu dalam suhu 600°C selama 20 menit lalu didinginkan dalam desikator. Semua bahan kemudian dimasukkan dalam tabung reaksi lalu dihomogenkan menggunakan *vortex*. Jika larutan penjernih telah dibuat, sampel sebanyak 1 gram ditambahkan akuades 1 ml lalu dihomogenkan. Setelah itu, diambil sebanyak 1 ml untuk dimasukkan ke dalam *microcentrifuge tube* 2 ml. Larutan penjernih dan larutan natrium karbonat (Na2CO3) masing-masing sebanyak 0,25 ml dimasukkan ke dalam *microcentrifuge tube* berisi sampel lalu dihomogenkan dengan *vortex*. Sampel kemudian didiamkan selama 24 jam dalam refrigerator.

Sampel yang telah didiamkan selama 24 jam dalam refrigerator kemudian disentrifugasi menggunakan sentrifuge kecepatan 7000 rpm selama 5 menit kemudian dipipet ke tabung reaksi lalu diencerkan dengan akuades sebanyak 20, 30, dan 40 kali (disesuaikan dengan hasil pengukuran absorbansi dengan %T 20-80%). Sampel yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam tabung reaksi sebanyak 1 ml dan ditambahkan 3 ml larutan DNS (perbandingan 1:3) lalu dihomogenkan. Sampel tersebut kemudian dipanaskan selama 5 menit dalam air mendidih. Setelah dipanaskan, sampel langsung didinginkan agar reaksinya berhenti sebelum diukur absorbansinya. Pengukuran nilai absorbansi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer pada panjangan gelombang 550 nm. Adapun larutan blanko yang digunakan dibuat dengan menambahkan 1 ml akuades dan 3 ml larutan DNS. Acuan nilai %T pada pengukuran absorbansi adalah 20-80%.

1. **Kadar Asam Lemak Bebas (Suroso, 2013)**

Sebelum pengujian dilakukan, terlebih dahulu dibuat larutan titrasi NaOH 0,1 N dan alkohol netral. Pembuatan larutan titrasi NaOH 0,1 N yaitu sebanyak 2 gram NaOH dilarutkan dalam aquades 500 ml menggunakan labu ukur. Sedangkan alkohol netral dibuat dengan cara sebanyak 200 ml alkohol 96% dimasukkan ke dalam gelas piala kemudian ditambahkan 5 tetes indikator PP lalu ditambahkan NaOH 0,1 N sedikit demi sedikit hingga berubah warna merah jambu.

Setelah larutan titrasi dan alkohol netral dibuat, pengujian dilakukan dengan cara alkohol netral terlebih dahulu dituang ke dalam gelas ukur hingga volume 50 ml kemudian sampel sebanyak 5 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 250 ml lalu dihomogenkan dengan cara Erlenmeyer digoyang-goyangkan. Sebelum dipanaskan, ujung kepala Erlenmeyer ditutup dengan aluminium foil lalu direkat menggunakan karet gelang. Selanjutnya, sampel dipanaskan hingga mendidih di atas *hotplate* lalu didiamkan hingga agak dingin, kemudian diberi indikator PP sebanyak 3 tetes dan dihomogenkan. Sampel kemudian dititrasi hingga berubah warna. Dicatat volume titran yang dibutuhkan untuk mengubah warna sampel.

%ALB =

1. **Asam Tiobarbiturat (Husain, *et. al.*, 2017)**

Pengujian asam tiobarbiturat diawali dengan pembuatan reagen TBA yaitu pembuatan larutan CH3COOH 90% dengan cara asam asetat pekat (CH3COOH) proanalis dipipet sebanyak 90 ml ke dalam labu ukur 100 ml kemudian ditambahkan aquades hingga volume larutan tersebut mencapai 100 ml. Setelah dibuat, larutan tersebut yaitu asam asetat 90% ditambahkan bubuk TBA sebanyak 0,2883 gram. Karena bubuk TBA agak susah larut, proses pelarutan dilakukan dalam gelas beaker menggunakan batang pengaduk. Jika bubuk TBA telah larut, maka reagen TBA siap digunakan.

Adapun prosedur pengujian TBA adalah sampel ditimbang sebanyak 3 gram lalu dimasukkan dalam labu destilasi. Selanjutnya bekas wadah sampel dibilas dengan aquades 50 ml. Aquades hasil bilasan tersebut juga dimasukkan dalam labu destilasi. Selanjutnya, dibuat larutan baru yaitu 48,5 ml aquades dan ditambahkan 1,5 ml HCl 4N sehingga volume larutan menjadi 50 ml. Larutan tersebut dimasukkan ke dalam labu destilasi yang sebelumnya telah berisi sampel. Untuk satu sampel yang didestilasi menggunakan dua labu, yaitu labu untuk memanaskan sampel dan labu untuk menampung destilat.

Labu dipasang pada alat destilasi. Untuk mendinginkan destilat, dibutuhkan es batu 2 botol yang disimpan pada mesin pendingin destilat. Destilasi dihentikan jika sampel tinggal sedikit dalam labu. Lama proses destilasi sekitar satu jam lebih. Hasil destilat (sampel) yang diperoleh diaduk (labu digoyangkan) kemudian dipipet sebanyak 5 ml ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 5 ml reagen TBA. Setelah ditambahkan reagen, sampel dihomogenkan dengan vortex lalu ditutup dengan aluminium foil sebelum dipanaskan. Pemanasan sampel dalam air mendidih dilakukan selama 35 menit. Setelah itu, sampel tersebut didinginkan menggunakan air bersuhu ruang. Sebelum diabsorbansi, larutan blanko dibuat dengan cara 5 ml reagen TBA ditambahkan 5 ml aquades. Pengukuran absorbansi sampel dilakukan pada panjang gelombang 528 nm dengan larutan blanko sebagai titik nol.

Angka TBA =

1. **Uji Angka Lempeng Total (Putri *et. al.*, 2018)**

Pengujian Angka Lempeng Total (ALT) dimulai dengan preparasi terlebih dahulu yaitu sterilisasi alat dan pembuatan media. Sebelum alat disterilisasi, terlebih dahulu alat dibungkus dengan kertas bekas. Alat yang disterilisasi adalah tabung reaksi, cawan petri, tip mikropipet, dan pipet ukur. Adapun pembuatan media adalah bubuk PCA (*Himedia*) sebanyak 23,5 gram dilarutkan dalam 1 liter *deionized water* menggunakan wadah Erlenmeyer 1000 ml. setelah itu, media dididihkan di atas *hotplate* hingga berwarna jingga bening dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer bar*. Jika media telah matang, Erlenmeyer disumbat menggunakan kapas steril lalu ditutup dengan aluminium foil dan diikat menggunakan karet gelang. Selanjutnya, media tersebut kemudian disterilisasi bersamaan dengan alat yang telah dibungkus kertas. Sterilisasi dilakukan pada suhu 121ºC dengan waktu 15 menit menggunakan autoklaf.

Proses pengenceran dilakukan dalam *Laminar Air Flow* (LAF) agar kondisi lingkungan saat pengenceran tetap steril. Pengenceran dimulai dengan mengencerkan sampel sebanyak 1 ml lalu dituang ke dalam tabung reaksi I yang berisi 9 mL *deionized water steril* sehingga diperoleh pengenceran 10-1. Setiap pengenceran harus dihomogenkan sebelum diencerkan kembali. Selanjutnya, tabung II, III, IV, V, VI, dan VII diencerkan seperti cara sebelumnya secara berturut-turut sehingga diperoleh pengenceran 10-2, 10-3, 10-4, 10-5, 10-6, dan 10-7 (opsional). Setelah diencerkan, masing-masing dari pengenceran tersebut diambil sebanyak 1 ml inokulum dan dipindahkan ke cawan petri lalu dituangkan media cair (*Pour Plate Method*). Sebelum diinkubasi, cawan tersebut dibungkus pinggirannya (celah cawan) menggunakan plastik *cling wrap* sambil didekatkan pada api bunsen agar kondisinya tetap steril. Inkubasi dilakukan pada suhu 37°C dan pengamatan serta perhitungan terhadap pertumbuhan koloni mikroba dilakukan tiap 24 jam selama tiga hari secara berurutan.

N = ×

Keterangan:

𝛴C = Jumlah total koloni dari semua cawan yang dihitung

N = Jumlah koloni per ml/gram (CFU/ml atau CFU/gram)

n1 = Jumlah cawan pada pengenceran pertama

n2 = Jumlah cawan pada pengenceran kedua

d = Tingkat pengenceran yang diperoleh dari cawan pertama yang dihitung

1. **Uji pH**

Sampel ditimbang sebanyak 15 gram. Sebelum mengukur nilai pH, dilakukan kalibrasi alat menggunakan *buffer* pH 7. Nilai pH sampel diukur dengan mencelupkan ujung elektroda ke dalam larutan sampai nilai terbaca pada layar pH meter.

1. **Uji Viskositas**

Viscometer terlebih dahulu dipasangi rotor dengan nomor rotor yang disesuaikan dengan kekentalan sampel. Makin kental sampel, nomor rotor yang dipilih makin besar. Adapun pemilihan *speed rpm* yang digunakan pada viscometer yaitu semakin kental suatu sampel, maka *speed* yang dipilih harus semakin rendah. Untuk pengujian viskositas, terlebih dahulu sampel disimpan dalam wadah gelas beaker 100 ml lalu *rotor viscometer* yang telah terpasang dimasukkan hingga tenggelam. Viscometer kemudian dijalankan dan nilai viskositas diperoleh dari hasil pembacaan alat yang tertera pada layar.

1. **Uji Warna**

Uji warna dilakukan menggunakan alat colorimeter. Sampel terlebih dahulu dimasukkan ke dalam plastik klip bening agar sampel tidak mengotori sensor colorimeter. Setelah itu, colorimeter dihubungkan ke komputer lalu dikalibrasi kemudian digunakan pada sampel. Hasil pembacaan colorimeter akan ditampilkan pada layar komputer.

1. **Analisis Data**

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dan apabila terdapat pengaruh pada perlakukan yang diberikan maka dilakukan uji lanjut menggunakan metode uji lanjut *Duncan* dengan menggunakan aplikasi IBM SPSS Statistics 25.

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**
2. **Biological Indicator ATCC 7953 for Steam**

*Biological indicator for steam* atau indikator biologi untuk autoklaf merupakan indikator yang mengandung spora bakteri *Geobacillus stearothermophilus* (ATCC 7953) yang digunakan untuk validasi uji sterilisasi. Penggunaan biologi indikator ini bertujuan untuk memastikan kinerja autoklaf masih bagus agar sterilisasi dapat mematikan semua mikroba (Stier & Kulozik, 2021). Spora bakteri *Geobacillus stearothermophilus* (ATCC 7953) ini dijadikan acuan dalam validasi sterilitas autoklaf karena sifatnya yang tahan panas (termofilik) (Klämpfl *et al.*, 2012). Jika spora dari bakteri *Geobacillus stearothermophilus* (ATCC 7953) telah mati maka diasumsikan semua jenis bakteri lain yang terkandung pada bahan pangan juga ikut mati.

Tabe 1. Hasil Uji Indikator Biologi ATCC 7953 *Terragene* BT20

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Perlakuan (ºC)** | **Warna** | | **Waktu** | **Indikasi** |
| **Sebelum inkubasi** | **Setelah inkubasi** |
| Sterilisasi 110ºC | ungu | kuning | 20 menit | positif |
| Sterilisasi 115ºC | ungu | kuning | 15 menit | positif |
| Sterilisasi 121ºC | ungu | ungu | 15 menit | negatif |
| Tidak disterilisasi | ungu | kuning | - | positif |

Sumber: Data Primer Hasil Analisis Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Pangan, 2021.

Sterilisasi untuk uji indikator biologi dilakukan pada suhu 110ºC, 115ºC, dan 121ºC selama 15 menit dalam autoklaf. Berdasarkan hasil Tabel 1., sterilisasi pada suhu 110ºC dan 115ºC belum bisa mematikan spora *Geobacillus stearothermophilus* (ATCC 7953) yang terdapat dalam indikator biologi. Sedangkan untuk perlakuan suhu 121ºC menunjukkan bioindikator tidak berubah warna sehingga mengindikasikan bahwa proses sterilisasi berfungsi dengan baik pada suhu tersebut. Adapun bioindikator yang tidak disterilisasi juga mengalami perubahan warna menjadi warna kuning. Perubahan warna pada bioindikator mengindikasikan adanya aktivitas bakteri (Handayani & Muhtadi, 2013). Oleh karena itu, hanya perlakuan terbaik yang diambil untuk penelitian lanjutan yaitu sterilisasi suhu 121ºC selama 15 menit.

1. **Kadar Gula Reduksi**

Gula reduksi merupakan unit dari berbagai jenis gula yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron (Widiantara, 2018). Hal tersebut dikarenakan gula reduksi memiliki gugus hidroksil (OH) bebas yang reaktif. Peningkatan gula reduksi suatu bahan pangan erat kaitannya dengan penguraian gula kompleks menjadi gula sederhana yang disebabkan oleh aktivitas enzim, pemanasan, ataupun faktor kimia seperti perubahan keasaman (Wilberta *et al.*, 2021).

Gambar 6. Hubungan antara lama penyimpanan terhadap kadar gula reduksi pallu butung.

Hasil pengujian gula reduksi menunjukkan bahwa Pekan I, Pekan II, dan Pekan III kadar gula reduksinya rata-rata masih di kisaran 0.2%. Namun, saat memasuki Pekan IV kadar gula reduksi mengalami peningkatan menjadi rata-rata 0.68%. Hasil analisa sidik ragam pada pengaruh lama penyimpanan terhadap peningkatan gula reduksi menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata karena menghasilkan signifikansi 0.00 (p<0.05). Untuk hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa Pekan I, Pekan II, dan Pekan III memiliki simbol yang sama, menunjukkan antar data tersebut tidak saling berbeda nyata. Hal ini sesuai pernyataan Mamuaja *et. al.* (2017) dalam hasil penelitiannya bahwa simbol yang sama menunjukkan tidak terdapat beda nyata antar perlakuan (p>0.05). Namun, ketiga data tersebut sangat berbeda nyata terhadap data Pekan IV. Hal ini diduga saat memasuki Pekan IV, penguraian gula kompleks menjadi gula sederhana telah terjadi secara signifikan. Penguraian gula kompleks menjadi gula sederhana atau gula reduksi disebabkan oleh berbagai aktivitas seperti aktivitas enzim, perubahan keasaman pada produk, atau proses pemanasan (Wilberta *et al.*, 2021). Perubahan kadar gula reduksi mengindikasikan terjadinya penurunan mutu pada bahan pangan (Lastriyanto & Aulia, 2021). Hubungan lama penyimpanan terhadap kadar gula reduksi suatu bahan pangan adalah semakin lama penyimpanan pada produk pangan, maka kadar gula reduksinya akan semakin meningkat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian dari Sarasvati & Herawati (2017), bahwa kadar gula reduksi bahan pangan dalam suhu ruang akan mengalami kenaikan selama penyimpanan. Namun, jika dilihat dari data Pekan I, Pekan II, dan Pekan III, kadar gula reduksinya rata-rata tetap 0.2% menunjukkan bahwa kemasan *retort pouch* mampu menghambat peningkatan gula reduksi produk selama tiga pekan berturut-turut. Hal tersebut sesuai pernyataan Ningrum *et al.*, (2021), bahwa pengemasan menggunakan *retort pouch* mampu menjaga keawetan produk dalam suhu ruang.

1. **Kadar Asam Lemak Bebas**

Asam lemak bebas merupakan asam lemak yang sudah tidak lagi berikatan dengan gliserol sehingga tidak membentuk trigliserida (Ulfa *et al.*, 2017). Asam lemak tersebut tidak berikatan dengan apapun dan berdiri sendiri sehingga disebut asam lemak bebas dengan rumus molekul RCOOH. Perubahan trigliserida menjadi asam lemak bebas dan gliserol disebut hidrolisis lemak atau oksidasi lemak (Irawan, 2013). Penyebab terjadinya hidrolisis lemak disebabkan oleh aktivitas enzim, kandungan air, keasaman, oksigen, dan panas (Maimun *et al.*, 2017).

Gambar 7. Hubungan antara lama penyimpanan terhadap kadar ALB pallu butung.

Hasil pengujian asam lemak bebas menunjukkan bahwa kadar asam lemak bebas pallu butung Pekan I, Pekan II, Pekan III, dan Pekan IV secara berturut-turut adalah 0.78%, 0.49%, 0.68%, dan 0.83%. Kadar asam lemak bebas terendah didapatkan pada Pekan II yaitu 0.49% sedangkan kadar tertingginya diperoleh pada Pekan IV yaitu 0.83%. Rendahnya kadar ALB Pekan II diduga karena sampel yang diambil untuk diuji, proses *vacuum sealing*-nya sempurna (tidak terdapat gelembung udara dalam kemasan) sehingga tidak ada oksigen yang masuk dalam produk. Oksigen akan mempengaruhi kadar ALB produk selama penyimpanan. Adanya udara atau oksigen dalam kemasan steril makanan yang mengandung lemak akan mempengaruhi proses oksidasi yang dapat meningkatkan kadar ALB produk. Hal itu dapat terjadi karena salah satu faktor yang mempercepat laju oksidasi adalah ketersediaan atau jumlah oksigen (Irawan, 2013). Oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan trigliserida. Hal serupa pula ditegaskan oleh Sarasvati & Herawati (2017), bahwa reaksi oksigen yang terkandung dalam udara dengan bahan pangan mengandung lemak akan menghasilkan asam lemak bebas. Pembentukan ALB tersebut semakin dipercepat dengan adanya perlakuan pemanasan atau sterilisasi (Maimun *et al.*, 2017).

Hasil kadar ALB Pekan II menuju ke Pekan IV mengalami kenaikan secara linier. Namun secara keseluruhan, kadar ALB yang dihasilkan tergolong tinggi jika dibandingkan dengan kadar ALB bahan komposisi pallu butung itu sendiri yaitu santan. Menurut hasil penelitian dari Ariningsih (2021), kadar ALB pada santan adalah 0.36-0.37%. Hasil analisa sidik ragam pada pengaruh lama penyimpanan terhadap peningkatan kadar ALB produk menunjukkan adanya pengaruh beda nyata. Perlakuan Pekan II berbeda nyata terhadap Pekan I, Pekan III, dan Pekan IV. Sebaliknya, semua pekan dengan simbol b tidak berpengaruh nyata terhadap satu sama lain. Dalam penelitian ini, penggunaan santan sebagai salah satu bahan dasar pembuatan pallu butung justru menghasilkan produk dengan kadar asam lemak bebas yang lebih tinggi. Hal ini diduga karena saat pemasakan dan sterilisasi, perlakuan suhu yang sangat panas (suhu sterilisasi) menyebabkan molekul lemak yang tersusun atas trigliserida pecah menghasilkan asam lemak dan gliserol (Maimun *et al.*, 2017). Selain karena sterilisasi dan pemasakan, kandungan air dalam produk juga turut mempercepat hidrolisis lemak (Musafira *et al.*, 2020). Adapun pengaruh penyimpanan terhadap kadar ALB adalah mengalami kenaikan tiap pekan, dari Pekan II ke Pekan IV. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian dari Wulandari *et al.* (2017) bahwa lemak dari santan mengalami hidrolisis selama penyimpanan akibat reaksi enzim lipase yang berasal dari mikroba maupun yang ada pada santan.

1. **Bilangan Asam Tiobarbiturat (TBA)**

Asam Tiobarbiturat merupakan jenis asam yang digunakan untuk mengetahui tingkat ketengikan pada bahan pangan (Husain *et.al.*, 2017). Mekanisme pengujian TBA yaitu asam TBA tersebut akan bereaksi dengan lemak tengik yang terkandung dalam bahan pangan dan menghasilkan warna merah yang menunjukkan derajat ketengikan. Adapun penyebab ketengikan pada bahan pangan yaitu terjadinya peristiwa oksidasi pada lemak. Semakin tinggi bilangan TBA suatu produk pangan, maka kualitasnya semakin menurun karena produk tersebut semakin tengik (Purnamsari *et.al.*, 2012).

Gambar 8. Hubungan antara lama penyimpanan terhadap kadar TBA pallu butung.

Hasil pengujian asam tiobarbiturat menunjukkan kadar TBA pallu butung mengalami kenaikan secara linier, namun kenaikan signifikannya terjadi pada Pekan IV. Kadar TBA terendah didapatkan pada Pekan I yaitu 0.715 mgMA/kg sedangkan kadar tertinggi diperoleh pada Pekan IV yaitu 2.150 mgMA/kg. Secara umum, akan terjadi peningkatan bilangan TBA pada produk yang mengandung lemak selama penyimpanan (Husain *et.al.*, 2017). Adapun faktor-faktor yang dapat meningkatkan bilangan TBA adalah oksigen, cahaya, kandungan air atau kelembaban, dan suhu tinggi (Maharani *et.al.*, 2012). Hasil analisa sidik ragam pada pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar TBA menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata. Namun, perlakuan Pekan I terhadap Pekan II tidak berbeda nyata. Hal tersebut dikarenakan kenaikan kadar TBA tidak terlalu tinggi dari Pekan I ke Pekan II. Adapun perlakuan Pekan I atau Pekan II terhadap Pekan III menunjukkan hasil yang berbeda nyata karena peningkatan kadar TBA di Pekan III terjadi cukup tinggi. Sedangkan saat memasuki Pekan IV, kadar TBA meningkat tajam sehingga sangat berbeda nyata terhadap Pekan I, Pekan II maupun Pekan III. Hal ini diduga karena selama penyimpanan, lemak pada produk semakin banyak terurai menjadi tengik akibat adanya kandungan air pada produk. Adanya kandungan air dalam produk turut berkontribusi meningkatkan ketengikan secara signifikan. Kondisi tersebut ditegaskan oleh Mutholib *et al.*, (2016), bahwa ketengikan bahan pangan disebabkan oleh air memicu terjadinya ketengikan hidrolisis selama penyimpanan. Selain itu, peningkatan yang terjadi pada Pekan IV juga diduga akibat pecahnya emulsi santan pada produk selama penyimpanan sehingga lemak santan tercampur dengan air dan memicu terjadinya ketengikan hidrolisis. Hal ini sesuai hasil penelitian yang dilaporkan oleh Wulandari *et.al.*, (2017), bahwa selama penyimpanan emulsi lemak santan dapat pecah atau rusak. Dalam jurnal penelitian yang dilakukan oleh Dewi *et al.* (2021), batas maksimum bilangan TBA pada produk makanan adalah 2 mgMA/kg. Pada penelitian ini untuk perlakuan Pekan I, Pekan II, dan Pekan III menghasilkan bilangan TBA yang masih tergolong bagus di bawah batas maksimum sedangkan Pekan IV telah melebihi batas maksimum. Oleh karena itu, kemasan *retort pouch* produk sterilisasi selama penyimpanan dapat menghambat kenaikan TBA pada Pekan I, Pekan II, dan Pekan III.

1. **Angka Lempeng Total**

Angka lempeng total merupakan angka yang menunjukkan jumlah mikroba tiap 1 ml atau tiap 1 gr yang disimbolkan dengan satuan CFU/ml untuk sampel cairan dan CFU/mg untuk sampel padat (Sundari & Fadhliani, 2019). Satuan logCFU/ml atau logCFU/gram digunakan untuk menyederhanakan bilangan CFU yang diperoleh agar angka lempeng total mudah dibaca dan dianalisa. Prinsip dari pengujian angka lempeng total adalah menumbuhkan bakteri pada media spesifik dalam cawan petri dan diinkubasi dengan suhu 35-37ºC selama 24-72 jam lalu dihitung jumlah koloni yang tumbuh per cawan (Tivani, 2018). Metode pengujian angka lempeng total dapat dilakukan dengan dua metode yaitu metode cawan tuang (*pour plate*) dan metode sebaran (*spread plate*). Metode cawan tuang dilakukan dengan memipet inokulum terlebih dahulu ke cawan lalu dituangkan media (Atma, 2016). Sebaliknya metode sebaran dilakukan dengan penuangan media terlebih dahulu dan jika medianya telah memadat, inokulum dipipet ke media lalu disebar agar merata menggunakan batang pengaduk L. Menurut Puspandari & Isnawati (2015), ALT digunakan sebagai indikator dasar dapat atau tidak diterimanya suatu produk berdasarkan kualitas mikrobiologinya. Adapun kategori produk dalam penelitan ini termasuk pangan steril komersial sebagaimana yang dijelaskan dalam PerKa BPOM (2016), bahwa pangan steril komersial adalah pangan berasam rendah yang dikemas secara hermetis, disterilisasi komersial dan disimpan pada suhu ruang.

Gambar 9. Hubungan antara lama penyimpanan terhadap bilangan ALT pallu butung.

Hasil yang didapatkan dari pengujian angka lempeng total yaitu diperoleh ALT terendah pada Pekan I atau awal penyimpanan sebesar 3.434 logCFU/ml sedangkan angka lempeng total tertinggi diperoleh pada Pekan IV atau di akhir penyimpanan sebesar 8.346 logCFU/ml. Data di atas menunjukkan bahwa kenaikan angka lempeng total terjadi secara linear dan konsisten tiap pekan. Hal ini menunjukkan terjadi pertumbuhan mikroba tiap pekan selama penyimpanan dalam suhu ruang. Berdasarkan data dari Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (2019) tentang Batas Maksimal Cemaran Mikroba dalam Pangan Olahan Untuk Kategori Pangan Bahan Baku Berbasis Buah Meliputi Bubur Buah, Puree, Topping Buah dan Santan Kelapa jumlah batas minimal dan maksimal parameter uji ALT adalah 1×104 CFU/ml dan 1×105 CFU/ml. Oleh karena itu, jenis perlakuan yang memenuhi syarat dari aturan BPOM tersebut hanyalah Pekan I dengan jumlah koloni 3.434 logCFU/ml sedangkan perlakuan lain tidak memenuhi persyaratan karena jumlah koloni per mililiternya telah melebihi 5 logCFU/ml. Sterilisasi diharapkan mampu membunuh mikroba maupun sporanya, namun dalam penelitian ini masih terdapat koloni yang tumbuh bahkan jumlah koloninya melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM yaitu pada Pekan II, Pekan III, dan Pekan IV. Hasil analisa sidik ragam pada pengaruh lama penyimpanan terhadap jumlah ALT menunjukkan adanya pengaruh beda nyata. Sedangkan hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan Pekan I berbeda nyata terhadap Pekan II, Pekan III dan Pekan IV. Menurut hasil penelitian dari Subagiyo *et al.* (2016), tumbuhnya bakteri pada pangan olahan sterilisasi disebabkan bakteri mengalami fase log sehingga pertumbuhannya semakin meningkat selama penyimpanan. Pertumbuhan tersebut terjadi karena bakteri masih mampu beradaptasi pasca sterilisasi yang disebut *lag phase* atau fase adaptasi. Salah satu penyebab terjadinya adaptasi bakteri dalam fase pertumbuhannya adalah penanganan pasca sterilisasi yang tidak tepat yaitu produk tidak langsung didinginkan dengan air mengalir atau direndam dengan air dingin. Pendinginan (*cooling*) merupakan bagian penting dari proses sterilisasi karena menghindari aktifnya kembali bakteri tahan panas (*thermophilic bacteria*) yang dapat tumbuh lagi jika suhu bahan pangan berada dalam kisaran 45-70ºC (Muntikah, 2017). Menurut laporan dari hasil penelitian Ningrum *et al.* (2021), sterilisasi masih belum cukup menghilangkan pertumbuhan mikroba namun masih tetap efektif menurunkan jumlah koloni mikroba produk olahan sterilisasi dibanding produk olahan tanpa sterilisasi. Selain itu, adanya pertumbuhan bakteri pasca sterilisasi juga dapat disebabkan oleh kondisi *seal* kemasan dan proses sealing. Kerusakan *seal* kemasan dapat terjadi selama proses sterilisasi bertekanan tinggi, akibat cacat produksi, ataupun proses *sealing* yang tidak baik sehingga *seal* tidak merekat kuat. Kerusakan *seal* menyebabkan kebocoran pada kemasan sehingga dapat memicu kontaminasi mikroba terhadap bahan pangan (BPOM RI, 2021). Kebocoran yang paling sulit dideteksi adalah kebocoran berukuran mikro karena tidak dapat dilihat secara kasat mata setelah proses sterilisasi namun bahan pangan tetap terkontaminasi bakteri ditandai dengan penggembungan kemasan setelah disimpan beberapa hari (Puspitasari & Maligan, 2020).

1. **Derajat Keasaman (pH)**

Derajat keasaman atau pH adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan (Zulius, 2017). pH meter yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH meter digital PHS 3-C. Prinsip dari pengujian pH meter adalah mengukur ion elektron yaitu ion H+ pada sensor elektroda yang terdapat pada pH meter dengan memanfaatkan perbandingan beda potensial (Mujiman *et. al.* , 2014). Sebelum digunakan, pH meter dikalibrasi terlebih dahulu agar alat memiliki akurasi yang baik dan menghasilkan data pengukuran yang tepat. Kalibrasi alat pH meter digital menggunakan larutan netral pH 7 atau *buffer solution* pH 7 dan larutan buffer pH 4 (Pambudi *et. al.*, 2014).

Gambar 10. Hubungan antara lama penyimpanan terhadap pH pallu butung.

Hasil pengujian pH yang telah dilakukan menunjukkan bahwa pH pallu butung selama tiga pekan berturut-turut rata-rata masih di atas 5 dengan nilai pH tertinggi 5.53 pada Pekan II dan nilai pH terendah 4.30 pada Pekan IV. Hasil analisa sidik ragam pada pengaruh lama penyimpanan terhadap tingkat keasaman (pH) pallu butung menunjukkan adanya pengaruh sangat berbeda nyata. Adapun hasil uji lanjut Duncan menunjukkan semua data saling berbeda nyata. Pallu butung termasuk jenis pangan olahan berasam rendah. Pangan olahan berasam rendah adalah jenis makanan atau minuman yang memiliki pH di atas 4.6 (BPOM, 2016) dan harus disterilisasi jika disimpan dalam suhu ruang (Saragih *et al.*, 2021). Berdasarkan data di atas, pH Pekan I hingga Pekan III masih tetap stabil selama penyimpanan. Kestabilan tersebut diduga karena aktivitas hidrolisis lemak yang mempengaruhi pH produk belum terjadi secara signifikan. Hal ini sesuai laporan hasil penelitian dari Hutajulu *et al.* (2020), bahwa perubahan pH dapat disebabkan oleh hidrolisis pada trigliserida yang berubah menjadi asam lemak bebas sehingga menyebabkan suasana pH produk menjadi asam. Adapun penurunan pH yang terjadi pada Pekan IV diduga karena produk mengalami hidrolisis lemak dan pertumbuhan mikroba yang cukup besar sehingga menghasilkan asam lemak bebas yang tinggi dan mempengaruhi tingkat keasaman produk (Sutiko *et al.*, 2020). Hal tersebut dapat dibuktikan dengan melihat data asam lemak bebas dan angka lempeng total yang menunjukkan kadar ALB dan kadar ALT tertinggi pada Pekan IV. Dengan demikian dapat disimpulkan selama penyimpanan dalam *retort pouch*, pH pallu butung hanya stabil hingga Pekan III.

1. **Viskositas**

Viskositas adalah tingkat kekentalan suatu cairan dalam sistem fluida (Tissos *et al.*, 2014). Fluida adalah zat yang dapat mengalir berupa zat cair dan zat gas (Apriyanti & Fithriyah, 2013). Alat yang digunakan untuk mengukur kekentalan suatu bahan cair disebut viskometer. Dalam penelitian ini, jenis viskometer yang digunakan adalah viskometer Brookfield. Untuk sampel pallu butung, viskometer disetting menggunakan *spindle* nomor 4 dengan kecepatan putaran 1.5 rpm (putaran per menit). Prinsip kerja dari viskometer yaitu semakin pelan putaran spindlenya, maka semakin besar angka viskositas yang terbaca pada alat. Satuan yang digunakan pada viskometer Brokfield ialah mPa.s. Uji viskositas perlu dilakukan untuk mengetahui kualitas fisik dari pangan olahan yang berwujud cairan (Pratiwi, 2014).

Gambar 11. Hubungan antara lama penyimpanan terhadap viskositas pallu butung.

Berdasarkan Gambar 11., hasil pengujian viskositas tertinggi adalah Pekan IV dengan nilai 58266 mPa.s. Sedangkan angka viskositas terendah didapatkan pada Pekan III dengan nilai 50133.33 mPa.s. Viskositas pallu butung sangat dipengaruhi oleh tepung beras sebagai salah satu komposisi utamanya. Data di atas menunjukkan viskositas pallu butung mengalami penurunan secara linear dari Pekan I ke Pekan III. Hal ini sesuai yang dilaporkan oleh Farikha, *et. al.*, (2013) bahwa perlakuan penyimpanan akan menurunkan viskositas produk. Hasil analisa sidik ragam pada pengaruh lama penyimpanan terhadap nilai viskositas pallu butung menunjukkan tidak ada pengaruh nyata. Adapun uji lanjut Duncan menunjukkan Pekan III berbeda nyata terhadap Pekan I, Pekan II, dan Pekan IV. Namun, tiga perlakuan tersebut yakni Pekan I, Pekan II, dan Pekan IV tidak saling beda nyata. Kekentalan suatu pangan olahan dipengaruhi oleh kandungan pati tepung. Pati tepung tersebut akan mengalami gelatinisasi jika dimasak dengan air (Imanningsih, 2012). Gelatinisasi merupakan proses pembentukan gel dengan pembengkakan granula pati akibat penyerapan air selama pemanasan yang disertai dengan meningkatnya kekentalan atau viskositas produk (Dwi & Faridah, 2019). Gel yang terbentuk akan mempengaruhi tingkat kekentalan pangan olahan. Namun, kekentalan suatu produk tidak akan bertahan lama karena dipengaruhi oleh beberapa faktor salah satunya penyimpanan (Nasution *et.al.*, 2013). Selama penyimpanan, penurunan viskositas terjadi akibat air yang terperangkap dalam granula pati keluar (Sulastri *et al.*, 2017). Namun, data Pekan IV justru menunjukkan viskositas pallu butung mengalami sedikit kenaikan pada pekan terakhir dengan nilai viskositas tertinggi dari tiga perlakuan lain. Meskipun terdata Pekan IV memiliki nilai viskositas paling tinggi, berdasarkan hasil signifikansi analisa sidik ragam perlakuan penyimpanan tetap tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan viskositas produk selama penyimpanan menggunakan kemasan *retort pouch*.

1. **Analisa Warna**

Pengujian warna dilakukan menggunakan alat colorimeter. Dalam penelitian ini, bagian warna yang diukur adalah derajat putih karena bahan utama sampel terbuat dari tepung beras dan santan. Menurut Iswari *et al.* (2014), derajat putih merupakan tingkat keputihan suatu bahan. Pengujian derajat putih penting untuk diketahui karena derajat putih merupakan salah satu faktor yang menunjukkan mutu dari bahan yang diuji. Derajat putih disimbolkan dengan L\* (*lightness*) yang dimulai dari nilai 0 (hitam) sampai nilai 100 (putih) (Dinar *et al.*, 2012). Sedangkan selisih antara derajat putih sampel dengan derajat putih standar disimbolkan dL\*. Adapun Hº merupakan simbol dari Hue yang bermakna ukuran panjang gelombang yang terdapat pada warna dominan yang diterima oleh penglihatan (Larosa *et al.*, 2015). Hue dapat digunakan untuk mengetahui kecenderungan warna yang mendominasi sebuah objek. Nilai Hue ditulis dengan simbol derajat (º) yang menandakan posisi sudut warna objek berdasarkan rentang sudut warna 0º hingga 360º (Rulaningtyas *et al.*, 2015).

Tabel 2. Hasil Uji Warna Derajat Putih

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Sampel** | **Nilai Rerata** | | |
| **L\*** | **dL\*** | **Hº** |
| Pekan 1 | 62.79b | 28.65 | 112.99º |
| Pekan 2 | 62.85b | 28.69 | 124.53º |
| Pekan 3 | 62.85b | 28.52 | 88.06º |
| Pekan 4 | 60.48a | 30.93 | 99.07º |

Sumber: Data Primer Hasil Analisis Laboratorium Kimia Analisa dan Pengawasan Mutu Pangan, 2022.

Berdasarkan data hasil uji warna pada Tabel 2., didapatkan nilai L\* (*lightness*) pallu butung selama tiga pekan berturut-turut tetap stabil dan sedikit mengalami penurunan setelah memasuki Pekan IV. Antara Pekan I, Pekan II, dan Pekan III tidak saling berpengaruh nyata tapi ketiganya berpengaruh nyata terhadap perlakuan Pekan IV. Namun, hasil analisa sidik ragam menunjukkan secara keseluruhan lama penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap perubahan warna. Data L\* pada tabel menunjukkan tingkat keputihan pallu butung yaitu rata-rata 62 sedangkan tingkat keputihan standar adalah rata-rata 91. Semakin dekat nilai tingkat keputihan sampel terhadap nilai tingkat keputihan standar, maka semakin putih warna sampel tersebut atau warna putihnya semakin menyerupai standar (Dinar *et al.*, 2012). Dari data nilai L\* tersebut dapat diketahui bahwa tingkat keputihan pallu butung masih rendah dibandingkan tingkat keputihan standar. Karakteristik warna pallu butung selama penyimpanan adalah warna putih keabu-abuan. Hal itu terjadi karena diduga buah pisang pada pallu butung masih mengandung getah dan getah tersebut keluar selama penyimpanan sehingga mengubah atribut warna adonan pallu butung yang sebelumnya putih seperti santan menjadi putih keabu-abuan atau putih kecoklatan. Menurut Paryanto (2015), getah pada pisang mengandung zat warna alami yaitu tanin dengan karakteristik warna kecoklatan.

Nilai Hue (Hº) pada sampel perlakuan Pekan I, Pekan II, Pekan III, dan Pekan IV berturut-turut 112.99º, 124.53º, 88.06º, dan 99.07º. Berdasarkan angka tersebut, kriteria warna perlakuan Pekan I, Pekan II, dan Pekan IV masuk kategori warna kuning karena berada dalam kisaran nilai Hue 90º-126º. Sedangkan Pekan III dengan nilai Hº 88.06º, masuk dalam kategori warna kuning kemerahan karena berada dalam kisaran 54º-90º. Oleh karena itu, dapat diketahui bahwa Pekan I, Pekan II, dan Pekan IV memiliki kecenderungan warna kekuningan sedangkan Pekan III memiliki kecenderungan warna kuning kemerahan. Kecenderungan warna tersebut diduga dipengaruhi oleh pencoklatan yang disebabkan getah pisang yang keluar selama penyimpanan. Selain itu, pencoklatan akibat pisang juga disebabkan enzim polifenol oksidase yang menghasilkan pigmen berwarna coklat pada kulit pisang (Sutriono, 2016). Saat dikukus, sebagian pigmen berwarna coklat itu terlarut dalam air kukus dan sebagian lainnya terserap ke dalam daging buah pisang dan akan keluar selama penyimpanan dalam *retort pouch* sehingga mempengaruhi kecenderungan warna pallu butung.

1. **PENUTUP**
2. **Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu:

* + 1. Perlakuan sterilisasi terbaik untuk produk *retort pouch* khususnya pallu butung adalah sterilisasi dengan suhu 121ºC selama 15 menit.
    2. Kemasan *retort pouch* pasca proses termal dan penyimpanan mampu mempertahankan mutu pallu butung hingga Pekan III untuk kadar gula reduksi, kadar asam tiobarbiturat, pH, dan warna namun tidak untuk kadar asam lemak bebas dan angka lempeng total. Adapun viskositas pallu butung secara efektif dapat dipertahankan hingga Pekan IV. Berdasarkan hasil analisa data penelitian ini, dapat disimpulkan mutu pallu butung dapat bertahan selama tiga minggu dalam kemasan *retort pouch*.

1. **Saran**

Sebaiknya ditambahkan perlakuan tanpa penyimpanan supaya dapat dibandingkan dengan hasil analisa pallu butung yang diberi perlakuan penyimpanan. Selain itu, produk sterilisasi komersial dengan pangan berasam rendah seperti pallu butung sebaiknya menyertakan pengujian angka kecukupan panas (F0). Hal ini bertujuan untuk memastikan proses pasteurisasi atau sterilisasi memiliki jumlah panas (suhu) yang optimal memberikan efek letal terhadap mikroba.

**DAFTAR PUSTAKA**

A. Lastriyanto, & A. I. Aulia. 2021. Analisa Kualitas Madu Singkong (Gula Pereduksi, Kadar Air, dan Total Padatan Terlarut) Pasca Proses Pengolahan dengan Vacuum Cooling. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 9(2), 110-114.

Ahmadun. 2013. *Pemanasan Buras Dalam Kemasan Retort Pouch*. IPB University.

Anggita Sari Praharasti, E. R. N. Herawati, A. Nurhikmat, A. S. dan M. A. 2018. *Optimasi Proses Sterilisasi Rendang Daging dengan menggunakan Kemasan Retort Pouch Optimasi Proses Sterilisasi Rendang Daging dengan menggunakan*. Januari, 463-467.

Apriyanti, D., & Fithriyah, N. H. 2013. Pengaruh Suhu Aplikasi Terhadap Viskositas Lem Rokok Dari Tepung Kentang. *Konversi*. 2 (2), 23-34.

Ariningsih, S., Hasrini, R. F., & Khoiriyah, A. 2021. Analisis Produk Santan Untuk Pengembangan Standar Nasional Produk Santan Indonesia. *Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Standardisasi*. *2020*, 231-238.

Asiah, N., Cempaka, L., & David, W. 2018. *Pendugaan Umur Simpan Produk Pangan* (Issue February). UB Press.

Atma, Y. 2016. Angka Lempeng Total (ALT), Angka Paling Mungkin (APM) dan Total Kapang Khamir Sebagai Metode Analisis Sederhana Untuk Menentukan Standar Mikrobiologi Pangan Olahan Posdaya. *Jurnal Teknologi*, 8 (2), 77.

Badan Pengawas Obat Dan Makanan Republik Indonesia. 2019. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 13 Tahun 2019 Tentang Batas Maksimal Cemaran Mikroba Dalam Pangan Olahan. *Indonesian Drug and Food Control*, 1-48.

BPOM RI. 2021. Badan pengawas obat dan makanan republik indonesia. Bpom Ri. 11. 1-16.

Dewi Maya Maharani, Nursigit Bintoro, B. R. 2012. Kinetika Perubahan Ketengikan (*Rancidity*) Kacang Goreng Selama Proses Penyimpanan. *Agritech: Jurnal Fakultas Teknologi Pertanian UGM*. 32 (1), 15-22.

Dewi, Y. K., Pertanian, J. T., Pertanian, F., & Riau, U. 2021. *Nilai Thiobarbituric Acid (TBA) dan Angka Lempeng Total (ALT) Sponge Cake Beras Merah , Hitam dan Putih Selama Penyimpanan*. 5. 150-158.

Dinar, L., Suyantohadi, A., & Fallah, M. 2012. Pendugaan Kelas Mutu Berdasarkan Analisa Warna dan Bentuk Biji Pala (*Myristica fragrans houtt*) Menggunakan Teknologi Pengolahan Citra dan Jaringan Saraf Tiruan. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 26 (1), 21590.

Dwi, E., & Faridah, A. 2019. Pengembangan Produk Sala Lauak dengan Teknik Gelatinisasi. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Humaniora*. 8 (2). 259-267.

Handayani, F. W., & Muhtadi, A. 2013. Penentuan Tingkatan Jaminan Sterilitas Pada Autoklaf dengan Indikator Biologi Spore Strip. *Farmaka*. 4(1). 59-69.

Hariyadi, P. 2015. *Prinsip-prinsip Pengoperasian Retort*. Institut Pertanian Bogor.

Hutajulu, E. C., Nurjazuli, N., & Wahyuningsih, N. E. 2020. Hubungan Jenis Minyak Goreng, Suhu, dan pH Terhadap Kadar Asam Lemak Bebas Dan Minyak Goreng Pedagang Penyetan. *J. Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 19 (5). 375-378.

Imanningsih, N. 2012. Profil Gelatinisasi Beberapa Formulasi Tepung-Tepungan Untuk Pendugaan Sifat Pemasakan (*Gelatinisation Profile of Several Flour Formulations for Estimating Cooking Behaviour*). *Penel Gizi Makanan*. 35 (1). 13-22.

Irawan, C. 2013. *Pengurangan Kadar Asam Lemak Bebas (Free Fatty Aacid) dan Warna dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Campuran Serabut Kelapa dan Sekam Padi*. 2 (2). 29-33.

Iswari, K., Astuti, H. F., & Srimaryati1. 2014. Pengaruh Lama Fermentasi Terhadap Mutu Tepung Cassava Termodofikasi. *Fakultas Teknologo Pertanian Universitas Andalas*. 2010. 1250-1257.

Ita Noor Farikha, Choirul Anam, E. W. 2013. Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Bahan Penstabil Alami Terhadap Karakteristik Fisikokimia Sari Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*). *Teknologi Pangan*. 2 (1). 38.

Khairina, A., & Yuanita, L. 2015. Pengaruh Variasi Lama Penyimpanan Umbi Bengkuang (*Pachirhyzus erozus*) Terhadap Kadar Glukosa Darah *Rattus norvegicus*. *UNESA Journal of Chemistry*. 4 (1), 31-36.

Kiziltaş, S., Erdoǧdu, F., & Koray Palazoǧlu, T. 2010. Simulation Of Heat Transfer For Solid-Liquid Food Mixtures In Cans and Model Validation Under Pasteurization Conditions. *Journal of Food Engineering*. 97 (4). 449-456.

Klämpfl, T. G., Isbary, G., Shimizu, T., Li, Y. F., Zimmermann, J. L., Stolz, W., Schlegel, J., Morfill, G. E., & Schmidt, H. U. 2012. Cold Atmospheric Air Plasma Sterilization Against Spores And Other Microorganisms Of Clinical Interest. *Applied and Environmental Microbiology*. 78 (15). 5077-5082.

Kurniadi, M., Kusumaningrum, A., Nurhikmat, A., & Susanto, A. 2019. Proses Termal dan Penggunaan Umur Simpan Nasi Goreng dalam Kemasan Retort Pouch. *Jurnal Riset Teknologi Industri*. 13 (1). 9.

Laras Dianti Pramesta, Dian Rahmawanti, Kawiji, B. K. A. 2012. Karakterisasi Bubur Bayi Instan Berbahan Dasar Tepung Millet (*Panicum sp*) dan Tepung Kacang Merah (*Phaseolus vulgaris L.*) dengan Flavor Alami Pisang Ambon (*Musa paradisiacal var. sapientum L.*). *Jurnal Teknosains Pangan*.Vol. 2 No.2. 1(1). 41-48.

Larosa, E. S., Purnomo, P. W., & Subiyanto. 2015. Perbandingan Nilai Hue pada Beberapa Jenis Karang Berdasarkan Status Penutupannya di Pulau Karimunjawa. *Jurnal Management of Aquatic Resources*. 4 (2), 96-104.

Lingga Edytias Pratiwi, E. R. N. 2014. *Analisis Mutu Mikrobiologi dan Uji Viskositas Formula Enteral Berbasis Labu Kuning (Curcubita moschata) dan Telur Bebebk*. 4. 951-957.

Maimun, T., Arahman, N., Hasibuan, F. A., & Rahayu, P. 2017. Penghambatan Peningkatan Kadar Asam Lemak Bebas (*Free Fatty Acid*) pada Buah Kelapa Sawit dengan Menggunakan Asap Cair. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 9 (2), 44-49.

Mamuaja, christine F., Suryanto, E., & Kaemba, A. 2017. Karakteristik Fisiko-Kimia dan Aktivitas Antioksidan Beras Analog dari Sagu Baruk (*Arenga microcarpha*) dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomea batatas L. Poiret*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*. 5 (1). 1-8.

Miranzadeh, M. B., Zarfeshani, A. R., Dehqan, S., Hasanzadeh, M., & bidgoli, M. S. (2013). Application Of Chemical and Biological Indicators For Control Of Infectious Waste Steam Autoclave and Correlation Between Them. *Middle East Journal of Scientific Research*. 13 (7). 913-918.

Mufreni, A. N. 2016. Pengaruh Desain Produk, Bentuk Kemasan dan Bahan Kemasan Terhadap Minat Beli Konsumen (Studi Kasus Teh Hijau Serbuk Tocha). *Ekonomi Manajemen*. 2 (11). 48-54.

Muntikah. 2017. *Ilmu Teknologi Pangan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Murniyati. 2009. *Penggunaan Retort Pouch untuk Produk Pangan Siap Saji*. 4 (2). 55-60.

Musafira, Dzulkifli, Fardinah, & Nizar. 2020. Pengaruh Kadar Air dan Kadar Asam Lemak Bebas Terhadap Masa Simpan Minyak Kelapa Mandar (The Influence of Water Content and Free Fatty Acid Content on Mandar Coconut Oil Shelf Life). *Jurnal Riset Kimia*. 6 (11). 224-229.

Mutholib, A., Handayani, & Rini, O. 2016. Gambaran Ketengikan Minyak Goreng Bermerk dan Minyak Goreng Curah Setelah Melalui Proses Penggorengan Tahun 2015. *Jurnal Kesehatan*. 11 (1). 172-180.

Ningrum, F., Susanti, S., & Legowo, A. M. 2021. *Pengaruh Waktu Sterilisasi terhadap Mutu Nasi Kuning Kemasan Retort Pouch*. 5 (2). 57-63.

Nurhikmat, A., Suratmo, B., Bintoro, N., & Suharwadji, S. 2016. Pengaruh Suhu dan Waktu Sterilisasi Terhadap Nilai F dan Kondisi Fisik Kaleng Kemasan Pada Pengalengan Gudeg. *Jurnal Agritech*. 36 (1). 71.

Pankaj, S. K. 2015. Thermal Processing of Food. *In Advances in Food Biotechnology*.

Paryanto, H. A. P. 2015. Zat Warna dari Getah Tangkai Daun Pisang (*Musa ssp.*). *Ekuilibium*. 14 (2), 39-43.

PerKa BPOM. 2016. Peraturan Badan pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2016 tentang Persyaratan Pangan Steril Komersial. *Badan Pengawas Obat Dan Makanan*. 1-8.

Prastyono Eko Pambudi, Edhyutanta, M. 2014. Identifikasi Daging Segar dan Busuk Menggunakan Sensor Warna RGB dan Sensor pH Meter Digital. *Jurnal Technoscientia*. AKPRIND Yogyakarta. 7 (1).

Prayogo, A., & Najilatil Mazda, C. 2021. Inovasi Teknologi Plecing Kaleng Sebagai Pemulihan Ekonomi Pasca Gempa Lombok. *Jurnal Informatika Teknologi dan Sains*. 3 (3). 376-383.

Purnamsari, Nurhasni, dan W. N. H. Z. 2012. *Nilai Thiobarbituric Acid (TBA) dan Kadar Lemak Dendeng Daging Kambing yang Direndam dalam Jus Daun Sirih (Piper Betle L.) Pada Konsentrasi dan Lama Penyimpanan yang Berbeda*. 9 (2). 46-54.

Purwaning Tyas, A. S. 2017. Identifikasi Kuliner Lokal Indonesia dalam Pembelajaran Bahasa Inggris. *Jurnal Pariwisata Terapan*. 1 (2). 38.

Puspandari, N., & Isnawati, A. 2015. Deskripsi Hasil Uji Angka Lempeng Total (ALT) Pada Beberapa Susu Formula Bayi. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*. 5 (2). 106-112.

Puspitasari, A., & J, M. 2020. Uji Integritas Kemasan Pada Produk Susu UHT. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan 2020*. 13 (2). 2541-5271.

Putri, A. M., & Kurnia, P. 2018. Identifikasi Keberadaan Bakteri Coliform dan Total Mikroba Dalam Es Dung-Dung Di Sekitar Kampus Universitas Muhammadiyah Surakarta. *Media Gizi Indonesia*. 13 (1). 41.

Rahim Husain, Suparmo, Eni Harmayanti, C. H. 2017. *Komposisi Asam Lemak, Angka Peroksida, dan Angka TBA Fillet Ikan Kakakp (Lutjanus sp) pada Suhu dan Lama Penyimpanan Berbeda*. 37 (3). 319-326.

Rulaningtyas, R., B. Suksmono, A., L. R. Mengko, T., & Putri Saptawati, G. A. 2015. Segmentasi Citra Berwarna dengan Menggunakan Metode Clustering Berbasis Patch untuk Identifikasi Mycobacterium Tuberculosis. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 17 (1). 19.

Saragih, D. S., Adawiyah, D. R., & Rungkat, F. Z. 2021. Sterilisasi Komersial Cassava Chunk pada Kemasan Hermetis Standing Pouch dan Perubahan Sifat Fisikokimianya. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 26 (2). 184-191.

Sarasvati, G. R., & Herawati, M. M. 2017. Pengaruh Suhu Ruang Penyimpanan Dan Kadar Air Terhadap Nilai Gizi Jagung ( Zea mays L .) Pipilan Kering Untuk Pakan. *Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian dan Bisnis Universitas Kristen Satya Wacana*. *email: gitasarasvati@gmail.com Correnpondence*. 2016. 150-155.

Schirmer, S. 2009. *Symposium on Nanomaterials for Flexible Packaging*. US Army NSRDEC.

Setiawan, R. 2016. Memaknai Kuliner Tradisional di Nusantara: Sebuah Tinjauan Etis Rudi Setiawan. *Respons*. 21 (1). 113-140.

Stier, P., & Kulozik, U. 2021. Submerged Bioreactor Production of Geobacillus Stearothermophilus ATCC 7953 Spores For Use As Bioindicators To Validate Hydrogen Peroxide Inactivation Processes. *Methods and Protocols*. 4 (3).

Subagiyo, S., Margino, S., & Triyanto, T. 2016. Pengaruh Penambahan Berbagai Jenis Sumber Karbon, Nitrogen dan Fosforpada Medium deMan, Rogosa and Sharpe (MRS) Terhadap Pertumbuhan Bakteri Asam Laktat Terpilih yang Diisolasi dari Intestinum Udang Penaeid. *Jurnal Kelautan Tropis*. 18 (3). 127.

Sucipta, I. N., Suriasih, K., & Kenacana, P. K. 2017. Pengemasan, Kajian Aman, yang Efisien, Efektif dan Efesien. *Udayana University Press*.

Sulastri, E., Yusriadi, Y., & Rahmiyati, D. 2017. Pengaruh Pati Pragelatinasi Beras Hitam Sebagai Bahan Pembentuk Gel Tehadap Mutu Fisik Sediaan Masker Gel Peel Off. *Jurnal Pharmascience*. 3 (2). 69-79.

Sundari, S., & Fadhliani. 2019. Uji Angka Lempeng Total (ALT) pada Sediaan Kosmetik Lotion X di BBPOM Medan. *Jurnal Biologica Samudra*. 1 (1). 25-28.

Suroso, A. S. 2013. *Kualitas Minyak*.

Sutiko, S., Sampurno, A., Cahyanti, A. N., & Larasari, D. 2020. Pengaruh Lama Pemanasan Lumpia Basah Kemas Non Vakum Terhadap Tpc, Ph, Aw dan Sensori Selama Penyimpanan Suhu Ruang. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*. 15 (1). 28.

Tissos, N. P., Yulkifli, & Kamus, Z. 2014. Pembuatan Sistem Pengukuran Viskositas Fluida Secara Digital Menggunakan Sensor Efek Hall UGN3503 Berbasis Arduino UNO328. *Jurnal Sainstek*. Vol. VI No. 1: 71-83*.*

Tivani, I. 2018. Uji Angka Lempeng Total (ALT) Pada Jamu Gendong Kunyit Asem di Beberapa Desa Kecamatan Talang Kabupaten Tegal. *PSEJ (Pancasakti Science Education Journal)*. 3 (1). 43-48.

Tribuzi, G., de aragão, G. M. F., & Laurindo, J. B. 2015. Processing of Chopped Mussel Meat in Retort Pouch. *Food Science and Technology*. 35 (4). 612-619.

Tridianti, A. 2012. *Efektifitas Berbagai Metode Sterilisasi Molar Band yang Terkontaminasi Pasca Proses Fitting Band (Uji Hitung Bakteri)*. Universitas Indonesia.

Ulfa, A. M., Retnaningsih, A., & Aufa, R. 2017. Penetapan Kadar Asam Lemak Bebas Pada Minyak Kelapa, Minyak Kelapa Sawit Dan Minyak Zaitun Kemasan Secara Alkalimetri. *Jurnal Analis Farmasi*. 2 (4). 242-250.

Ummaya Santi, F. 2015. Teknik pengemasan dan labelling produk makanan. In *Makalah Pengabdian Masyarakat Universitas Negeri Yogyakarta*.

Widiantara, T. 2018. Pengaruh Perbandingan Gula Merah dengan Sukrosa dan Perbandingan Tepung Jagung, Ubi Jalar Dengan Kacang Hijau Terhadap Karakteristik Jenang. *Pasundan Food Technology Journal*. 5 (1) 1.

Wilberta, N., Sonya, N. T., & Lydia, S. H. R. 2021. Analisis Kandungan Gula Reduksi Pada Gula Semut dari Nira Aren yang Dipengaruhi pH dan Kadar Air. *Bioedukasi (Jurnal Pendidikan Biologi)*. 12 (1). 101.

Wulandari, N., Lestari, I., Alfiani, D. N., Bogor, P., Pangan, T., & Pascasarjana, S. 2017. Peningkatan Umur Simpan Produk Santan Kelapa dengan Aplikasi Bahan Tambahan Pangan dan Teknik Pasteurisasi. *Jurnal Mutu Pangan*. 4 (1). 30-37.

Yudi Sutriono, U. P. 2016. Pemanfaatan Buah Terung Belanda dan Kulit Pisang Kepok dalam Pembuatan Selai. *Jom Faperta*. 3 (10). 1-13.

Yudianti, I., Suprapti, S., & Hupitoyo, H. 2017. Perbandingan Efektifitas Sterilisasi Panas Kering dan Desinfeksi Tingkat Tinggi Teknik Rebus terhadap Pertumbuhan Escherichia Coli. *Jurnal Pendidikan Dan Pelayanan Kebidanan Indonesia*. 2 (1) 53.

Yuli Rismawati, Syaiful Bahri, P. 2016. Produksi Glukosa dari Jerami Padi (*Oryza sativa*) Menggunakan Jamur *Trichoderma sp*. *Kovalen*. 2 (2).

Yuswita, E. 2014. Optimasi Proses Termal untuk Membunuh *Clostridium botulinum*. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*. 3 (3) 5-6.

Zuhairiah Nasution, Harry Agusnar, Zul Alfian, B. W. 2013. Pengaruh Viskositas Kitosan dari Berbagai Berat Molekul Terhadap Pembuatan Kitosan Nanopartikel Menggunakan Ultrasonic Bath. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 1 (11) 68-79.

Zulius, A. 2017. Rancang Bangun Monitoring pH Air Menggunakan Soil Moisture Sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang. *Jusikom*. 2 (1) 37-43.

**HASIL DISKUSI SEMINAR II**

**Penyangga 1 (Nela Rahma Kasim)**

Dijelaskan pada bagian hasil TPC (*Total Plate Count*) tadi, bahwa meskipun telah dilakukan sterilisasi tapi nilai/angka TPC pada produk tetap tinggi disebabkan karena proses pengemasan yang tidak aseptik. Pertanyaannya, pengemasan aseptik itu apa dan prinsipnya bagaimana?

Jawaban:

Pengemasan aseptik merupakan proses pengemasan yang meminimalisir terjadinya kontaminasi selama proses pengemasan. Prinsip dari pengemasan aseptik adalah terlebih dahulu kemasan dan bahan pangan disterilisasi terlebih dahulu kemudian dilakukan pengemasan dalam lingkungan yang juga steril dan tertutup untuk meminimalisir terjadinya kontaminasi silang. Pengemasan dalam lingkungan steril biasanya menggunakan unit atau alat khusus dalam skala industri untuk memastikan produk tetap steril secara kontinyu. Aplikasi pengemasan aseptik umumnya dikerjakan oleh mesin agar kontak manusia dengan produk dapat diminimalkan sehingga mengurangi potensi kontaminasi mikroba dari manusia.

**Penyangga 2 (Nadiah Ulfa Safira)**

Berdasarkan data Asam Lemak Bebas (ALB) dan data *Total Plate Count* (TPC) yang anda sampaikan, didapatkan bahwa kenaikan asam lemak bebas ternyata berbanding lurus dengan kenaikan jumlah total mikroba (TPC) selama penyimpanan. Mengapa hal demikian dapat terjadi?

Jawaban:

Hidrolisis lemak menjadi asam lemak bebas dan gliserol dapat dipicu oleh aktivitas mikroba karena jenis mikroba yang dapat menghidrolisis lemak adalah mikroba yang menghasilkan enzim lipase untuk proses metabolisme lemak. Jenis mikroba ini disebut mikroba lipolitik karena dapat menghasilkan enzim lipase untuk mencerna lemak dan menghasilkan asam lemak bebas dan gliserol. Oleh karena itu, semakin banyak total mikroba dalam bahan pangan yang mengandung lemak maka bahan pangan tersebut berpotensi memiliki kadar asam lemak bebas yang tinggi akibat proses metabolisme bakteri yang menghasilkan banyak ALB.

**Prof. Dr. Ir. Jumriah Langkong, MS**

* Tambahkan komposisi pallu butung yang dibuat
* Tambahkan kalimat mengenai pallu butung pada bagian latar belakang PPT
* Tambahkan apakah sesuai dengan SNI
* Tambahkan penegas

**Andi Rahmayanti R, S.TP., M.Si**

* Proses pemvakuman yang tidak bagus apakah selalu ditandai dengan peningkatan ALB?

Jawaban:

Pemvakuman yang tidak sempurna akan menyisakan udara atau gelembung udara yang mengandung oksigen dalam produk. Jika terjadi kontak antara lemak dan oksigen apalagi disertai dengan suhu pemanasan yang tinggi akan mempercepat oksidasi lemak menjadi asam lemak bebas. Selain itu, buruknya pemvakuman juga dapat mempengaruhi ketahanan *sealing retort pouch* karena udara dalam produk akan memuai selama sterilisasi dan berpotensi merusak *seal* produk akibat tekanan udara dari dalam produk.

* Apakah pisang hancur setelah disterilisasi?

Jawaban:

Sterilisasi tidak akan menghancurkan potongan pisang karena proses sterilisasi dilakukan hanya dalam 15 menit. Pisang hanya hancur jika pisang yang dipilih sebelumnya adalah pisang yang sudah terlalu matang atau memang sudah lunak dari awal.

* Perjelas suhu sealingnya agar tidak ketukar dengan suhu sterilisasi.

**Arfina Sukmawati Arifin, S.TP., M.Si**

* Tambahkan dalam pembahasan mengenai kebocoran mikro
* Tambahkan pengaruh kebocoran dan pengaruh proses sealing terhadap umur simpan produk

**Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP., M.Si**

* Mengapa tidak ada uji sensori?

Jawaban:

Uji sensori dibatalkan karena hasil uji Angka Lempeng Total (ALT) produk saat memasuki Pekan II telah melebihi batas maksimum jumlah ALT yang ditetapkan BPOM yaitu maksimum 105 CFU/ml. Atas pertimbangan adanya kemungkinan potensi terganggunya keselamatan dan kesehatan panelis, maka uji sensori dibatalkan.

* Dari hasil pengujian tersebut, apakah produk anda bisa diterima (layak konsumsi)?

Jawaban:

Saat ini, produk tersebut masih dalam tahap pengembangan sehingga jika akan dikonsumsi, produk tersebut masih memiliki beresiko tinggi karena hasil uji ALT menunjukkan jumlah mikrobanya masih melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM. Adapun titik kritis baru yang ditemukan dalam penelitian ini adalah proses pengemasan yang seharusnya aseptik dan proses sealing yang seharusnya tervakum dengan baik.

**Dr. Muhammad Asfar, S.TP., M.Si**

* Perjelas mengenai sepekan adalah 7 hari
* Tidak dilakukan pengukuran pH sebelum sterilisasi
* Ada perbandingan pH sebelum dan setelah proses sterilisasi

**Dr. Ir. Andi Hasizah Mochtar, M.Si**

* Dilakukan pemisahan saus pallu butung dengan potongan pisang
* Dilakukan pemisahan santan dengan saus
* Tujuannya agar dilihat kemungkinan umur simpannya lebih panjang

**Prof. Dr. Ir. Abu Bakar Tawali**

* Cari jawaban lain mengapa sehabis sterilisasi masih tumbuh mikroba?

**Dr. Ir. Rindam Latief, MS.**

* Ketahui tentang 6 siklus proses pemanasan
* Jika produk telah disterilisasi, harus segera didinginkan agar bakteri termofilik tidak hidup. Jika suhu produk berada pada kisaran suhu pertumbuhan bakteri termofilik, dapat memicu terjadinya pertumbuhan bakteri.
* Perhatikan titik kritis saat proses sterilisasi.

**Andi Dirpan, S.TP., M.Si, Ph.D**

* Lakukan perbaikan pada abstrak, sesuaikan format baru, misal latar belakang, tujuan, metode dan seterusnya ditulis dalam abstrak lalu di-*bold*.

**Muspirah Djalal, STP., M.Sc**

* Kalimat “karena signifikansi yang diperoleh...” tidak perlu diulang-ulang karena terkesan pemborosan kata. Kalimat tersebut sudah menjadi hal diketahui secara umum.
* Literature disesuaikan.

**Dr. Februadi Bastian, S.TP., M.Si**

* Titik kritis *retort pouch* ada pada bagian proses *sealing*.
* Salah satu cara menghambat pertumbuhan mikroba adalah dengan mengurangi Aw produk.
* Pengukuran F0 perlu dilakukan untuk mengetahui suhu sterilisasi optimal bahan pangan.