**JURNAL TESIS**

**PENDUGAAN MASA SIMPAN BROWNIES SUKUN SUBTITUSI BERDASARKAN NILAI TBA (*Thiobarbituric Acid*) DAN**

**ALT (Angka Lempengan Total) MENGGUNAKAN**

**MODEL ARRHENIUS**

**TESIS**

***Diajukan untuk Mendapatkan salah satu syarat Memperoleh Gelar Magister***

***Pada Fakultas Pascasarjana***

***Teknologi Industri Pangan***

**Oleh:**

**Intan Permatasari Muhariyani**

**128512105**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PANGAN**

**FAKULTAS PASCASARJANA UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2016**

**JURNAL TESIS**

**PENDUGAAN MASA SIMPAN BROWNIES SUKUN SUBTITUSI BERDASARKAN NILAI TBA (*Thiobarbituric Acid*) DAN**

**ALT (Angka Lempengan Total) MENGGUNAKAN**

**MODEL ARRHENIUS**

**TESIS**

***Diajukan untuk Mendapatkan salah satu syarat Memperoleh Gelar Magister***

***Pada Fakultas Pascasarjana***

***Teknologi Industri Pangan***

**Oleh:**

**Intan Permatasari Muhariyani**

**128512105**



**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNOLOGI INDUSTRI PANGAN**

**FAKULTAS PASCASARJANA UNIVERSITAS PASUNDAN**

**BANDUNG**

**2016**

**PENDUGAAN MASA SIMPAN BROWNIES SUKUN SUBTITUSI BERDASARKAN NILAI TBA (*Thiobarbituric Acid*) DAN**

**ALT (Angka Lempengan Total) MENGGUNAKAN**

**MODEL ARRHENIUS**

Intan Permatasari Muhariyani

Pascasarjana Universitas Pasundan Bandung Jawa Barat, Indonesia

Corresponding author e-mail : Intan\_PM@rocketmail.com

 Telah dilakukan penelitian tentang Pendugaan Masa Simpan Brownies Sukun Subtitusi Berdasarkan Nilai TBA dan ALT menggunakan Model Arrhenius. Pemanfaatan buah sukun sebagai bahan pangan telah banyak dilakukan, namun masih tergolong sederhana. Pengolahan tepung buah sukun sebagai bahan baku pembuatan produk pangan dapat dilakukan sebagai upaya diversifikasi pangan di masyarakat. Tepung sukun ini akan disubtitusi dengan tepung terigu. Pengolahan pangan pada industri komersial umumnya bertujuan memperpanjang masa simpan, mengubah atau meningkatkan karakteristik produk (warna, cita rasa, tekstur), mempermudah penanganan dan distribusi, memberikan lebih banyak pilihan dan ragam produk pangan di pasaran, meningkatkan nilai ekonomis bahan baku, serta mempertahankan atau meningkatkan mutu, terutama mutu gizi, daya cerna, dan ketersediaan gizi.

Penelitian ini dibagi empat tahap, yang pertama formulasi brownies sukun 1:3 menjadi formulasi terpilih. Tahap kedua adalah lamanya waktu pengukusan brownies sukun yang terpilih adalah 25 menit dengan suhu C. Tahap ke tiga melakukan umur simpan brownies sukun bersamaan dengan melakukan perhitungan TBA dan ALT selama lima hari dalam tiga suhu penyimpanan, hasilnya pada TBA nilai tertinggi di peroleh di hari ke 5 di suhu C (0.3033 mg/kg), dan pada ALT nilai tertinggi di hari ke 3 di suhu C (8,70 x 103 cfu/g). Tahap ke empat aplikasi model Arrhenius berdasarkan nilai TBA dan ALT sampai didapat hasil perhitungan matematika dari prodak yang terpilih lalu di hitung nilai TBA dan ALT nya dengan model Arrhenius menghasikan bahwa nilai perhitungan TBA lah yang mendekati uji mikroorganisme dari brownies sukun formulasi dan lama waktu pengukusan yang terpilih.

 Dengan penelitian ini dapat mengetahui pengaruh perbandingan tepung terigu dengan tepung buah sukun yang tepat dalam pembuatan brownies sukun, mengetahui dan mempelajari perubahan nilai TBA dan ALT produk brownies sukun berapa lama masa simpan brownies sukun menggunakan model Arrhenius hingga mendapatkan kurva bakunya.

Kata Kunci : Masa simpan, brownies sukun, subtitusi, TBA, ALT Arrhenius

1. **PENDAHULUAN**

Indonesia merupakan Negara tropis yang subur kaya dengan flora yang beraneka ragam. Indonesia memiliki berbagai komoditi lokal potensial, kaya akan beragam buah, yang biasa kita kenal dengan istilah buah tropis. Buah sukun (Artocapus Communis) merupakan bahan makanan nabati yang banyak mengandung karbohidrat. Kandungan karbohidrat buah sukun dengan bobot daging 1.350 gram mengandung karbohidrat sebesar 365 gram. Selain kandungan karbohidrat yang cukup tinggi pada buah sukun, sukun juga memiliki kandungan mineral dan vitamin yang cukup tinggi. Pemanfaatan buah sukun sebagai bahan pangan telah banyak dilakukan, namun masih tergolong sederhana. Pengolahan tepung buah sukun sebagai bahan baku pembuatan produk pangan dapat dilakukan sebagai upaya diversifikasi pangan di masyarakat. Salah satu alternatif pemanfaatan buah sukun adalah sebagai bahan baku pembuatan brownies. Brownies merupakan produk *bakery* yang termasuk dalam kategori *cake* (Widarti, 2005).

Pengolahan pangan pada industri komersial umumnya bertujuan memperpanjang masa simpan, mengubah atau meningkatkan karakteristik produk (warna, cita rasa, tekstur), mempermudah penanganan dan distribusi, memberikan lebih banyak pilihan dan ragam produk pangan di pasaran, meningkatkan nilai ekonomis bahan baku, serta mempertahankan atau meningkatkan mutu, terutama mutu gizi, daya cerna, dan ketersediaan gizi. Kriteria atau komponen mutu yang penting pada komoditas pangan adalah keamanan, kesehatan, *flavor*, tekstur, warna, umur simpan, kemudahan, kehalalan, dan harga (Andarwulan dan Hariyadi 2004).

Hal ini yang membuat penulis akan melakukan pengolahan brownies kukus tepung buah sukun yang disubtitusi dengan tepung terigu tanpa menghilangkan ciri khas dari brownies itu sendiri. Penulispun akan menghitung umur simpan brownies tersebut agar dapat menentukan berapa lama kelayakan konsumsi dari brownies tersebut menggunakan TBA dan ALT, hingga dapat menebukan kurva baku.

Adapun batasan masalah dalam karya ilmiah ini hanya mencakup: Subjek dalam penelitian ini adalah aplikasi model Arrhenius untuk menentukan rumus matematika dan pendugaan masa simpan brownies sukun. Objek dalam penelitian ini adalah produk brownies sukun dengan pengaruh perbandingan tepung terigu dengan tepung buah sukun terhadap karakteristik produk. Parameter yang diukur dalam penelitian ini adalah parameter organoleptik untuk menentuka titik kritis masa simpan.

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat dirumuskan sebuah masalah sebagai berikut: apakah model Arrhenius dapat digunakan untuk menduga masa simpan brownies sukun pada penyimpanan dengan suhu yang berbeda berdasarkan nilai TBA dan ALT serta bagaimana pengaruh perbandingan tepung terigu dengan tepung buah sukun terhadap karakteristik brownies sukun.

Maksud dan tujuan penelitian yang dilakukan adalah: Untuk mengetahui pengaruh perbandingan tepung terigu dengan tepung buah sukun yang tepat dalam pembuatan brownies sukun. Untuk mengetahui dan mempelajari perubahan nilai TBA dan ALT produk brownies sukun berapa lama masa simpan brownies sukun. Untuk mengetahui dan mengaplikasikan model Arrhenius sebagai dasar penentuan umur simpan produk brownies sukun dengan suhu penyimpanan. Mendapatkan kurva baku dari penurunan mutu brownies sukun berdasarkan TBA dan ALT sehingga dapat mengetahui umur simpan dari produk brownies sukun pada kadar TBA dan ALT.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat: Memanfaatkan dan meningkatkan produktivitas pangan lokal sebagai diversifikasi pangan. Referensi menentukan umur simpan dari produk brownies sukun serta mengetahui hubungan antara nilai TBA dan ALT pada produk brownies sukun sebagai dugaan penurunan mutu yang terjadi pada produk brownies sukun.

1. **TINJAUAN PUSTAKA**

Kategori kue yang juga tergolong dalam patiseri adalah *cake*. *Cake* adalah kue yang kaya akan rasa. Dalam pembuatan *cake* banyak menggunakan lemak dan gula sebagai pembentuk struktur *cake*. Struktur cake sangat ditentukan oleh bahan yang digunakan. Sebagian besar proses pembuatan cake relative mudah, penggunaan formula yang tepat, ukuran bahan yang tepat dan keseimbangan penggunaan bahan serta metode yang benar akan menghasilkan cake yang baik. (Anni Farida 2008:6)

Jenis formula pada cake ada dua, yaitu *high fat cake* dan *low fat cake*. Sedang metode pembuatannya ada lima yaitu *creaming method,two stage method(high fat cake),sponge method, angel food method* dan *chiffon method ( low fat cake).* Cake disajikan dalam bentuk potongan ataupunirisan. Cake juga sering disajikan secara utuh untuk digunakan dalam acarapesta atau sebagai hiasan. (Anni Faridah, 2008:6)*.* Brownies termasuk jenis cake namun cakenya yang mempunyai tekstur lebih padat, volume cake lebih kecil dan rapat juga pori-pori sempit karena kurangnya ruang udara hal tersebut dikarenakan brownies ini biasa di sebut cake bantat.

Menurut Ismayani (2006) brownies adalah jenis cake coklat yang padat awalnya merupakan adonan gagal dan keras dimana adonan terbuat dari tepung terigu, telur, lemak, gula pasir dan coklat masak dengan cara dipanggang atau dioven. Sedangkan menurut Astawan (2009) brownies adalah salah satu jenis cake yang berwarna coklat kehitaman dengan tekstur sedikit lebih keras dari pada cake karena brownies tidak membutuhkan pengembang atau gluten.

Berdasarkan penjelasan diatas yang dimaksud brownies adalah sejenis kue yang termasuk kelompok *cake* yang berwarna coklat kehitaman dengan tekstur sedikit lebih keras dari pada *cake*. Bahannya terdiri dari tepung terigu, margarine, telur, gula, dan coklat (coklat bubuk dan coklat masak).

Tabel 2.1Kandungan gizi per 100 gram brownies

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Unsur Gizi** | **Jumlah** |
| 1 | Energy (kkal) | 434 |
| 2 | Karbohidrat (g) | 76,6 |
| 3 | Lemak (g) | 14 |
| 4 | Kalium (mg) | 219 |
| 5 | Natrium (mg)  | 303 |

(Sumber : Astawan,2009).

Brownies merupakan sumber energi yang baik. Berdasarkan tabel diatas nilai energi per 100 gram brownies adalah 434 kkal, melebihi beras (335 kkal/100 gram) ataupun mi (339 kkal/100 gram). Energi pada brownies umumnya bersal dari karbohidrat (yaitu tepung dan gula) serta lemak. Kadar karbohidrat pada brownies adalah 76,6 gram/100 gram sedangkan lemaknya mencapai 14 gram/100 gram (Astawan, 2009). Adapun bahan-bahan penunjang yang digunakan untuk membuat brownies sukun adalah telur, Sortening, gula pasir, dark coklat, bubuk coklat dan pengembang.

Sukun adalah salah satu tanaman yang memiliki nama sama dengan buahnya. Buah sukun tidak berbiji dan memiliki daging yang berserat dan empuk seperti roti, maka dari itu orang Eropa menyebut buah seukun sebagai buah roti atau breadfruit. Buah sukun banyak ditemukan sebagai tanaman pekarangan untuk diambil buahnya. Buah sukun bisa diolah menjadi berbagai macam olahan makanan seperti keripik sukun maupun makanan lainya. Bahkan di daerah Pasifik, sukun digunakan sebagai sumber karbohidrat dan digunakan sebagai salah satu makanan pokok.

Buah sukun (tak berbiji) merupakan bahan pangan penting sumber karbohidrat di pelbagai kepulauan di daerah tropik, terutama di Pasifik dan Asia tenggara. Sukun dapat dimasak utuh atau dipotong-potong terlebih dulu: direbus, digoreng, disangrai atau dibakar. Buah yang telah dimasak dapat diiris-iris dan dikeringkan di bawah mata hari atau dalam tungku, sehingga awet dan dapat disimpan lama.

Di pulau-pulau Pasifik, kelebihan panen buah sukun akan dipendam dalam lubang tanah dan dibiarkan berfermentasi beberapa minggu lamanya, sehingga berubah menjadi pasta mirip keju yang awet, bergizi dan dapat dibuat menjadi semacam kue panggang. Sukun dapat pula dijadikan keripik dengan cara diiris tipis dan digoreng.

Sukun (Artocarpus Altilis) merupakan tanaman yang mempunyai potensi sebagai cadangan ketahanan pangan nasional karena sukun mampu berproduksi sepanjang tahun. Selain itu buah sukun mengandung nutrisi yang tidak kalah dengan jagung maupun ubi-ubian. Jika diolah sukun tak kalah lezat dengan beragam penganan berbasis karbohidrat. Mari lihat Agnes Murdiati dari Pusat Kajian Makanan Tradisional Universitas Gadjah Mada. Ia membuat beragam penganan seperti burger, spagheti, kroket, pastel, dan sandwich. Semua berbasis sukun. Malahan Murdiati juga membuat nasi liwet sukun. Meski memiliki banyak keunggulan ketimbang beras, sukun tetap menyimpan kelemahan. Buah sukun segar tidak dapat disimpan terlalu lama, menyimpan sukun sepekan saja, menyebabkan daging buah lembek.

Sukun yang sudah dikupas, daging buah berubah kecokelatan akibat oksidasi oleh udara bebas. Daging buah mengandung enzim polifenol oksidase. Bila enzim itu bereaksi dengan oksigen menyebabkan warna daging buah berubah cokelat. Namun, bukan berarti tak ada jalan keluar. Supaya tahan simpan, sukun dibikin tepung. Menurut Widowati tepung sukun awet hingga setahun. Selain itu pemanfaatannya juga semakin luas. Tepung sukun dapat menggantikan tepung beras atau terigu dalam pembuatan mi, roti, dan aneka kue. Kelebihan tepung sukun antara lain mudah dibentuk dan cepat diolah sesuai tuntutan kehidupan modern yang serbacepat.

Tepung putih bersih diperoleh dari buah mengkal yang dipanen 10 hari sebelum tingkat kematangan optimal atau 80-85 hari setelah berbunga. Sukun muda menghasilkan tepung berwarna putih kecokelatan. Rasanya agak pahit karena kadar getah masih tinggi. Selain itu, saat panen hindari buah jatuh terbentur ke tanah. Dampaknya tanin di kulit masuk ke jaringan daging buah sehingga menjadi pahit.

Dibawah ini terdapat kandungan gizi dalam 100 gram tepung buah sukun adalah sebagai berikut:

Table 2.2 Kandungan gizi dalam 100 gram tepung buah sukun

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  |  |
| --- | --- |
| Energi | 108 Kalori |
| Protein | 1,3 gr |
| Lemak | 0,3 gr |
| Karbohidrat | 28,2 gr |
| Kalsium | 21 mg |
| Phospor | 59 mg |
| Fe | 0,4 mg |
| Vitamin A | 0,12 mg |
| Vitamin B1 | 0,06 mg |
| Vitanin C | 17 mg |
| Air | 70,65 gr |

 |

(Sumber: hamdan:2012)

Tepung terigu terbuat dari biji gandum yang mengandung protein (gluten). Tepung terigu dibagi menjadi 3 jenis yaitu *hard flour* (terigu keras) adalah tepung terigu yang mengandung protein 11-13%, *mediumflour* (sedang) adalah tepung terigu yang mengandung protein sedang 9-10% dan *soft flour* (terigu lunak) adalah tepung terigu yang kandungan proteinnya paling rendah yaitu 7-9%. Tepung terigu yang digunakan dalam pembuatan brownies kukus yaitu tepung terigu lunak (*soft flour*) yang mengandung proteinnya paling rendah yaitu 7-9%, karena dalam pembuatan brownies tidak membutuhkan pengembangan fisik. Fungsi tepung terigu yaitu membantu susunan fisik atau membentuk kerangka,mengikat dengan bahan lain sehingga brownies menjadi kokoh (Suhardjito, 2006).

Tepung yang umum digunakan sebagai bahan pembuat brownies adalah terigu. Tepung ini, didalam adonan, berfungsi sebagai pembentuk struktur dan tekstur brownies, pengikat bahan-bahan lain, dan pendistribusi bahan-bahan lain secara merata, serta pembentuk citarasa (Matz 1972, didalam Nurapriani 2010). Tepung terigu yang biasanya digunakan adalah terigu lunak. Alasan penggunaan terigu jenis lunak adalah kelebihannya dalam membentuk adonan yang lebih lembut dan lengket (Matz 1972, didalam Nurapriani, 2010).

Tepung terigu memiliki kelebihan dibanding tepung serealia lainnya. Kelebihan tepung terigu dibanding tepung serealia lainnya adalah sifat fisiko kimiawinya, terutama kemampuan protein dalam membentuk gluten. Sifat ini kurang dimiliki oleh tepung serealia lainnya, apalagi komoditas non serealia (Winarno dan Pudjaatmaka, 1989).

Tabel 2.3 Kandungan Gizi pada Tepung Terigu dalam 100 gram Bahan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Unsur Gizi** | **Kadar/100gram Bahan** |
| 1.  | Energi  | 333 kalori |
| 2.  | Protein  | 9.0 g |
| 3. | Lemak  | 1,0 g  |
| 4. | Karbohidrat  | 77,2 g |
| 5. | Kalsium  | 22 mg |
| 6. | Fosfor  | 150 mg |
| 7. | Besi  | 1.3 mg |
| 8.  | Vitamin B  | 0.12 mg |
| 9. | Air  | 11.8 g |

(Sumber : Tabel Komposisi Pangan Indonesia, 2009).

Pengolahan pangan pada industry komersial umumnya bertujuan memperpanjang masa simpan, mengubah atau meningkatkan karakteristik produk (warna, cita rasa, tekstur), mempermudah penanganan dan distribusi, memberikan lebih banyak pilihan dan ragam produk pangan di pasaran, meningkatkan nilai ekonomis bahan baku, serta mempertahankan atau meningkatkan mutu, terutama mutu gizi, daya cerna, dan ketersediaan gizi. Kriteria atau komponen mutu yang penting pada komoditas pangan adalah keamanan, kesehatan, *flavor*, tekstur, warna, umur simpan, kemudahan, kehalalan, dan harga (Andarwulan dan Hariyadi 2004). Penetapan umur simpan dan parameter sensori sangat penting pada tahap penelitian dan pengembangan produk pangan baru. Pada skala industri besar atau komersial, umur simpan ditentukan berdasarkan hasil analisis di laboratorium yang didukung hasil evaluasi distribusi di lapangan. Berkaitan dengan berkembangnya industri pangan skala usaha kecil-menengah, dipandang perlu untuk mengembangkan penentuan umur simpan produk sebagai bentuk jaminan keamanan pangan. Penentuan umur simpan di tingkat industri pangan skala usaha kecilmenengah sering kali terkendala oleh faktor biaya, waktu, proses, fasilitas, dan kurangnya pengetahuan produsen pangan.

Pada model Arrthenius, suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap perubahan mutu produk pangan. Akselerasi suhu yang digunakan pada berbagai tingkatan suhu di atas suhu ruang (30oC), bertujuan untuk mempercepat tercapainy parameter mutu kritis. Berdasarkan hasil penentuan parameter kunci reaksi penurunan mutu produk selama penyimpanan pada masing-masing suhu penyimpanan digunakan untuk menduga umur simpan brownies sukun. Laju reaksi penurunan mutu ditentukan dengan membuat plot antara nyimpanan (hari) dengan parameter yang dianalisa (parameter kunci). Dari sini di peroleh beberapa persamaan regresi linear sederhana yang menyatakanhu bungan antara lama penyimpanan dengan perubahan parameter kunci pada tiga suhu penyimpanan. Persamaannya adalah: y = a + bx. Dengan y adalah nilai karakteristik produk, x adalah variabel bebas (lama penyimpanan), a adalah karakteristik produk awal penyimpanan dan b merupakan laju reaksi penurunan mutu. Nilai *slope* b disebut juga dengan k yaitu konstanta laju reaksi penurunan mutu. Nilai ln k dan 1/T yang merupakan parameter persamaan Arrhenius korelasikan. Setelah nilai k diplot terhadap suhu, didapatkan nilai intersep dan pe dari persamaan **ln k = ln ko – .** Dengan persamaan yang diperoleh sebut nilai konstanta k yang merupakan faktor pre-eksponensial dan nilai energy aktivasi reaksi perubahan karakteristik (Ea = E). Lebih lanjut ditentukan model perrsamaan kecepatan reaksi (k) perubahan parameter produk **k = ko e -Ea/RT.** Penentuan umur simpan brownies sukun diperoleh dari parameter yang mempunyai nilai energi aktivasi rendah. Kemudian dihitung dengan persamaan o nol At = Ao + kt. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data (nilai) rameter mutu awal bahan (kondisi bahan pada waktu t=0 atau Ao) dan nilai parameter mutu akhir bahan (kondisi bahan pada waktu t =t atau At) atau nilai kritis.

1. METODE PENELITIAN

 Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan brownies sukun adalah tepung buah suku (Artocarpus Altilis), tepung terigu (*soft wheat*), telur, margarine, gula pasir, coklat blok, coklat bubuk, garam dan pengembang kue (*cake emulsifies*). Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis sampel adalah HCl 4 M, akuades, pereaksi TBA, H2SO4, NaOH, H3BO3, pelarut heksana, dan NaCl aw 0,75.

 Peralatan yang digunakan adalah timbangan digital, kompor, termometer, tabung Kjeldahl, pipet, aw meter, soxhlet, labu erlenmeyer, inkubator, oven, tanur, penjepit, desikator, cawan porselen, *waring blender*, labu destilasi, alat destilasi, tabung reaksi bertutup, cawan petri, buret, pipet volumetrik, alat penghitung koloni (*colony counter*) dan spektrofotometer.

Alat-alat yang digunakan untuk pembuatan brownies penelitian ini adalah timbangan digital, baskom, saringan, *blender*, *mixer*, pengaduk plastik, Loyang pencetak kue, sendok, kompor dan oven.

Penelitian ini dilakukan melalui empat tahap yaitu penelitian suhu pemanggangan, Penelitian perbandingan tepung sukun dengan tepung terigu, Analisis Proksimat, dan Pendugaan umur simpan.

Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh perbandingan tepung terigu dengan tepung buah sukun terhadap karakteristik brownies buah sukun, yang kemudian dilakukan uji organoleptik (uji hedonik) oleh 15 orang (ANAVA).

Tabel 3.1 Formulasi Perbandingan Tepung terigu dengan Tepung Sukun

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Bahan** | **Jumlah (%)** |
| **Formulasi I (1:1)** | **Formulasi II (1:2)** | **Formulasi III (1:3)** |
| 1. | Tepung Terigu  | 8,2% | 5,4% | 4,1% |
| 2. | Tepung sukun | 8,2% | 11% | 12,3% |
| 3. | Gula  | 16,4%% | 16,4%% | 16,4%% |
| 4. | Margarin | 21,9% | 21,9% | 21,9% |
| 5. | Telur | 18% | 18% | 18% |
| 6. | Coklat Blok | 21,9% | 21,9% | 21,9% |
| 7. | Coklat Bubuk | 4,4% | 4,4% | 3,4% |
| 8. | *Cake emulsifier* | 0,6% | 0,6% | 0,6% |
| 9. | Garam  | 0,4% | 0,4% | 0,4% |
| 10. | Total | 100% | 100% | 100% |

(Sumber : Modifikasi, Fatullah 2013).

 Faktor yang diamati adalah sifat organoleptik dengan atribut tekstur, warna, rasa, aroma oleh 15 orang panelis. Hasil penelitian dikumpulkan dan dimasukan kedalam formulir pengisian, selanjutnya data tersebut dapat diolah secara statistic (ANAVA). Sampai diketahui formulasi terpilih brownies sukun, lalu hasil dari formulasi terpilih dipakai untuk penelitian tahap II.

Penelitian tahap dua digunakan untuk menentukan suhu pengukusan terbaik dari penelitian tahap I yang terpilih. Produk brownies sukun yang akan diamati dibagi tiga taraf waktu pengukusan. Taraf pertama adalah pengukusan dengan waktu 15 menit, taraf ke dua adalah pengukusan dengan waktu 25 menit, dan taraf ke tiga dengan pengukusan 35 menit dengan suhu pengukusan yang sama yaitu C.

Faktor yang diamati adalah sifat organoleptik dengan atribut tekstur, warna, rasa, aroma oleh 15 orang panelis dengan kriteria penilaian tertentu seperti dapat dilihat pada Tabel 3.2. Hasil penelitian dikumpulkan dan dimasukan kedalam formulir pengisian, selanjutnya data tersebut dapat diolah secara statistic (ANAVA). Sampai diketahui suhu terpilih pengukusan brownies sukun.

Tabel 3.2 Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Organoleptik

|  |  |
| --- | --- |
| **Skala Hedonik** | **Skala Numerik** |
| Amat sangat baik Sangat baikBaik Biasa Buruk Sangat burukAmat sangat buruk | 7654321 |

(Sumber : Soekarto, 1985)

Hasil dari penelitian tahap II yang terpilih ini di gunakan untuk tahap selanjutnya yaitu tahap III.

Penelitian tahap tiga digunakan untuk menentukan umur kritis masa simpan dari produk brownies sukun yang akan diamati dibagi kedalam satu perlakuan suhu dengan tiga taraf. Taraf pertama adalah penyimpanan pada suhu C, taraf kedua adalah penyimpanan pada suhu C dan taraf ketiga adalah penyimpanan pada suhu C. Brownies sukun tersebut diamati beberapa kali waktu pengamatan.

Faktor yang diamati adalah sifat mikroorganisme (kelembaban, warna, jamur, aroma) hingga brownies menjadi berjamur dengan ciri berbau tengik, brownies lebih lembab, timbul warna putih berupa jamur disekitar brownies. Perubahan yang terjadi selama pengamatan hingga brownies sukun berjamur atau beraroma tengik yang akan digunakan untuk menentukan umur simpan brownies sukun. Sifat mikroorganisme brownies sukun ini akan di ujikan oleh 15 orang panelis dengan kriteria penilaian tertentu seperti dapat dilihat pada Tabel 3.3. Hasil penelitian dikumpulkan dan dimasukan kedalam formulir pengisian, selanjutnya data tersebut dapat diolah secara statistic (ANAVA). Setelah diketahui suhu penyimpanan brownies sukun secara mikroorganisme yang akan di gunakan pada tahap IV.

Tabel 3.3 Kriteria Penilaian Panelis dalam Uji Mikroorganisme

|  |  |
| --- | --- |
| **Skala Hedonik** | **Skala Numerik** |
| Amat sangat baik Sangat baikBaik Biasa Buruk Sangat burukAmat sangat buruk | 7654321 |

(Sumber : Soekarto, 1985)

Penelitian tahap IV ini dilakukan untuk mengetahui perubahan mutu brownies sukun yang disimpan pada berbagai suhu tinggi agar kondisi kritis mutu produk dapat segera tercapai. Hasil penelitian ini akan digunakan untuk pendugaan umur simpan dari brownies sukun. Brownie sukun simpan dalam inkubator pada suhu 5oC, 15oC dan 25oC selama 5 hari dengan interval waktu pengamatan dan pengukuran 3 hari. Parameter yang diuji selama penyimpanan adalah uji organoleptik (penampakan, warna, rasa, bau dan tekstur), analisis angka lempeng total (ALT), analisis bilangan *Thiobarbituric id* (TBA). Data yang diperoleh diinterpretasi untuk menentukan rameter kunci reaksi penurunan mutu produk brownies sukun.

Pendugaan umur simpan produk brownis sukun dilakukan secara eksperimental dengan mengguna3kan data parameter mutu produk pada kondisi kritis hasil penelitian sebelumnya untuk mengetahui sampai kapan atau berapa lama produk tersebut masih layak dikonsumsi. Pendugaan umur simpan ini menggunakan metode akselerasi Arrhenius. Pengujian yang dilakukan pada metode akselerasi menggunakan parameter kunci reaksi penurunan mutu produk. Pada model Arrthenius, suhu merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap mutu produk pangan. Akselerasi suhu yang digunakan pada berbagai tingkatan suhu di atas suhu ruang (30oC), bertujuan untuk mempercepat tercapainya parameter mutu kritis. Berdasarkan hasil penentuan parameter kunci reaksi penurunan mutu produk selama penyimpanan pada masing-masing suhu penyimpanan digunakan untuk menduga umur simpan brownies sukun. Laju reaksi penurunan mutu ditentukan dengan membuat plot antara nyimpanan (hari) dengan parameter yang dianalisa (parameter kunci). Dari sini di peroleh beberapa persamaan regresi linear sederhana yang menyatakanhu bungan antara lama penyimpanan dengan perubahan parameter kunci pada tiga suhu penyimpanan. Persamaannya adalah: y = a + bx. Dengan y adalah nilai karakteristik produk, x adalah variabel bebas (lama penyimpanan), a adalah karakteristik produk awal penyimpanan dan b merupakan laju reaksi penurunan mutu. Nilai *slope* b disebut juga dengan k yaitu konstanta laju reaksi penurunan mutu. Nilai ln k dan 1/T yang merupakan parameter persamaan Arrhenius korelasikan. Setelah nilai k diplot terhadap suhu, didapatkan nilai intersep dan pe dari persamaan **ln k = ln ko – .** Dengan persamaan yang diperoleh sebut nilai konstanta k yang merupakan faktor pre-eksponensial dan nilai energy aktivasi reaksi perubahan karakteristik (Ea = E). Lebih lanjut ditentukan model persamaan kecepatan reaksi (k) perubahan parameter produk **k = ko e -Ea/RT.** Penentuan umur simpan brownies sukun diperoleh dari parameter yang mempunyai nilai energi aktivasi rendah. Kemudian dihitung dengan persamaan o nol At = Ao + kt. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan data (nilai) rameter mutu awal bahan (kondisi bahan pada waktu t=0 atau Ao) dan nilai parameter mutu akhir bahan (kondisi bahan pada waktu t =t atau At) atau nilai kritis.

 Penelitian tahap tiga dilakukan untuk mengetahui penurunan mutu dan masa simpan brownies sukun pada penyimpanan suhu ruang. Rancang perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah variasi suhu. Kondisi suhu tersebut diperoleh dengan menggunakan inkubator.

 Pengamatan dilakukan sesuai waktu yang telah ditentukan pada saat penelitian tahap III. Kemudian data yang didapat dianalisis melalui pengukuran laju penurunan parameter mutu dengan metode Arrhrnius. Selanjutnya dilakukan penentuan model matematis umur simpan brownies sukun berdasarkan TBA (*Thiobarbituric Acid*) dan ALT (Angka Lempengan Total).

Setiap data hasil analisa yang didapat diubah dalam bentuk In dan diplot ke kurva sehingga akan mendapatkan regresi liniernya.

***y = a + bx***

Keterangan :

 y = nilai analis

 x = masa simpan

a = nilai analisis pada saat mulai disimpan

b = laju nilai analisis (konstanta penurunan mutu/k)

Selanjutnya sebelum diterapkan dalam rumus Arrhenius, maka ln k dimasukan ke dalam rumus:

karena ln dan –E/R merupakan bilangan konstanta, maka persamaan tersebut di

tulis sebagai berikut:

Sehingga apabila setiap nilai ln k dan 1/T diplotkan dalam sebuah grafik, maka

diharapkan akan diperoleh gambar seperti pada Gambar 3.1.

Gambar 3.3. Grafik Hubungan antara ln k dengan 1/T

Dengan demikian besarnya nilai E dapat diperoleh yaitu sebagai berikut:

di mana slope B dihasilkan dari persamaan regresi linier antara ln K dan 1/T, serta

nilai diperoleh sebagai berikut:

Di mana:

k = konstanta penurunan mutu

ko= konstanta (tidak tergantung pada suhu)

 e = logaritma dasar (2.718282)

 E = energi aktivasi

 T = suhu mutlak (C + 273)

 R = konstanta gas, 1.986 kal/mol

Penentuan umur simpan dapat diduga dengan mengunakan kinetika reaksi Ordo Reaksi Nol dan Ordo reaksi satu. Ordo reaksi nol meliputi tipe kerusakanyang mengikuti kriteria reaksi ordo nol seperti kerusakan enzimatik, pencoklatan enzimatik dan oksidasi. Penurunan mutu ordo reaksi nol artinya penurunan mutu yang konstan. Kecepatan penurunan mutu tersebut berlangsung tetap pada suhukonstan dan digambarkan dengan persamaan:

Ordo Reaksi Satu meliputi tipe kerusakan pada bahan pangan yangmengikuti kinematika reaksi ordo satu seperti ketengikan, pertumbuhanmikroorganisme, produksi off-flavour oleh mikroba (pada brownies sukun), kerusakan vitamin, penurunan mutu protein, karbohidrat dan perubahankadar air. Menurut Atkins (1997), kerusakan bahan pangan yang mengikuti reaksiordo satu dapat digambarkan dengan persamaan berikut:

Prsamaan ini ditata ulang menjadi:

Persamaan tersebut dapat diintergrasikan secara langsung . Karena awalnya (pada

t=0) konsentrasi C adalah [C]0 maka pada waktu t, konsentrasinya adalah [Ct],dapat dituliskan:

 = -

Rancangan respon perlakuan untuk penelitian tahap I dan II.Respon yang akan dilakukan pada penelitian ini meliputi respon kimia respon fisik dan respon organoleptik.

Pengujian organoleptik dilakukan pada saat penelitian tahap satu.Pengujianorganoleptik bertujuan untuk menentukan umur simpan secara responorganoleptik.Faktor yang diamati adalah sifat organoleptiknya (warna, aroma dan tekstur) hingga brownies sukun menjadi busuk dengan ciri tumbuh kapang/jamur, aroma tengikdan tekstur luar brownies lembek berair.Analisa Organoleptik melibatkan minimal 15 responden.Jika respondensudah menunjukan lebih dari setengahnya maka didapatkan umur simpan secaraorganoleptik produk brownies sukun. Menurut SNI 01-2971-1998 bahwa brownies yang baik memiliki bau, rasa dan warna yang normal dan mempunyaitekstur dan remah yang baik. Penyimpangan dari standar tersebut mengindikasikan bahwa brownies sukun tersebut sudah mengalami penurunan mutu dan sudah mulai membusuk.

Rancangan Respon Kimia meliputi nilai TBA (*Thiobarbiturik Acid*) dan derajat keasaman.Pengujian masa simpan brownies menggunakan uji TBA menunjukan bahwa semakin tinggi nilai TBA berarti semakin rendah kualitas brownies.

Analisa pada brownies sukun ini adalah pendugaan umur simpan dan modelmatematis dengan menggunakan metode Arrhenius sehingga dari perhitungantersebut didapatkan konstanta penurunan mutu (k).

Penentuan model matematis didapatkan dari data yang diperoleh baik TBA dan ALT dengan menentukan kurva baku. Kurva baku merupakan hasil analisis regresi antara waktu dengan TBA dan ALT. Dari hasil kurva yang didapat

maka akan diperoleh persamaan garis regresi linier sederhana.

 Deskkripsi penelitian brownis sukun ini di bagi tiga tahap:

Pada tahap pembuatan brownies sukun ini akan dibagi dengan beberapa langkah:

1. Formulasi Brownies Sukun
2. Penimbangan Bahan

Bahan-bahan untuk membuat brownies harus ditimbang dengan tepat sesuai dengan formula untuk mencapai mutu produk yang diharapkan. Penggunaan takaran yang kurang tepat, misalnya dengan sendok, cangkir atau gelas, akan dapat menyebabkan karakteristik produk yang diharapkan tidak tercapai.

Penimbangan untuk formulasi yaitu tepung terigu dan tepung brownies dengan menggunakan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3 dengan penambahan bahan lain yang sama telur 18%, gula 16,4%, garam 0,2%, coklat bubuk 4,4%, *Cake e,ulsifier* 0,6%, coklat blok 21,9% dan margarin 21,9%

1. Pencampuran

Bahan yang sudah ditimbang kemudian dicampurkan menjadi satu dengan menggunakan *mixer*.Pencampuran adonan dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh adonan yang baik yaitu merata/homogen, dan mudah dicetak. Sebelumnya untuk coklat blok dan margarin dilakukan proses pengukusan terlebih dahulu agar mencair. Bahan yang sudah tercampur akan membentuk adonan yang siap untuk dicetak.

1. Pencetakan

Adonan yang telah diaduk kemudian dicetak kedalam loyang. Loyang yang digunakan, sebelumnya telah diolesi oleh mentega agar tidak lengket ketika proses pengukusan telah dihentikan.

1. Pengukusan

Adonan yang sudah siap lalu dikukus dengan menggunakan steaming, pada suhu 90 selama 25 menit. Pengukusan dihentikan sesuai waktu yang ditentukan.

1. Tempering

*Tempering* dilakukan setelah proses pengukusan, dimana *brownies* yang telah dikukus disimpan diatas meja pengolahan. *Tempering* ini dilakukan selama 10 menit.Tujuan dari *Tempering* adalah untuk menurunkan suhu brownies sehingga mencapai keseimbangan dengan suhu ruang agar tidak terjadi kondensasi.

1. Penyimpanan Brownies Sukun

Penyimpanan brownies kukus pada saat perlakuan dilakukan dengan cara menyimpan brownies pada tiga suhu yang telah ditentukan yaitu penyimpanan pada suhu 5°C, perlakuan kedua adalah penyimpanan pada suhu 15°C dan perlakuan ketiga adalah penyimpanan pada suhu 25°C.

3. Uji Organoleptik

Brownies yang telah disimpan pada suhu yang ditentukan kemudian diamati dengan waktu pengamatan penyimpanan pada suhu 5°C sebanyak enam kali, perlakuan kedua adalah penyimpanan pada suhu 15°C sebanyak lima kali dan perlakuan ketiga adalah penyimpanan pada suhu 25°C sebanyak lima kali sampai terjadi perbuahan mutu pada produk. Faktor yang diamati adalah sifat organoleptiknya (warna, aroma dan tekstur) hingga brownies sukun menjadi busuk dengan ciri warna cenderung remah lembek, aroma tengik dan tekstur lembek. Perubahan yang terjadi selama pengamatan hingga brownies sukun menjadi busuk digunakan untuk menentukan umur simpan brownies sukun.

 Lanjut ke tahap II membuat brownies dengan formula terpilih lalu di kukus dengan suhu yang berbeda. Lanjut ke tahap III brownies sukun terpilih di hitung nilai TBA dan ALT menggunakan model Arrhenius sampai ditemukan kurva baku matematika.

**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

4.1 Penelitian Tahap I

 Pada penelitian tahap I ini memilih formulasi terpilih. Penelitian ini bertujuan menentukan pengaruh perbandingan tepung terigu dengan tepung buah sukun terhadap karakteristik brownies buah sukun, yang kemudian dilakukan uji organoleptik (uji hedonik) oleh 15 orang (ANAVA). Faktor yang diamati adalah sifat organoleptik dengan atribut tekstur, warna, rasa, aroma oleh 15 orang panelis.

 Komponen yang pertama diukur adalah tekstur, tekstur merupakan sifat muti yang berhubungan dengan keempukan dan kejerasan bahan dan hal ini juga menjadi salah satu pertimbangan konsumen dalam menilai mutu prodak brownies sukun, sehingga konsumen berkesimpulan apakah akan menerimanya atau tidak. Nilai keempukan suatu prodak dipengaruhi oleh perubahan kadar air, kelembaban, total mikroba dan tingkat kebusukan selama penyimpanan. Karena perubahan nilai-nilai tersebut semakin mengarah pada ketengikan, maka nilai kelembutan biasanya akan semakin besar.

 Uji tekstur merupakan salah satu cara pengujian untuk mengetahui pengaruh suhu dan lama waktu penyimpanan terhadap brownies sukun. Berdasarkan hasil uji analisis statistik menggunakan ANAVA (lampilan 2) dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan nyata terhadap tekstur formulasi brownies sukun, antara a1, a2 dengan a3.

 Penentuan formulasi brownies sukun dapat dilakukan dengan pertimbangan warna bari prodak tersebut.menurut Singh (1994) warna pada bahan pangan merupakan hasil dari faktor internal dan eksternal yang dapat mempengaruhi perlakuan sebelum ada pasca panen. Faktor-faktor tersebut diantarannya adalah bahan pengemas, cahaya, proses pengolahan pigmen dan zat warna tambakan, serta karakteristik fisik yang mempengaruhi kecerahan dan kejeruhan bahan pangan tersebut. Perubahan yang terjadi dipengaruhi oleh karekteristik dan tramisi kemasan yang digunkan, perubahan suhu, udara dan cahaya dari lingkungan yang saling berinteraksi dengan bahan tersebut.

 Hasil analisa statistik ANAVA brownies sukun (lampiran 3) dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan warna yang nyata pada formulasi tepung terigu dan tepung sukun a1 dan a3 dengan a2. Warna brownies sukun yang dibuat warna coklat pekat dengan warna dari bahan campuran brownies sukunya.

 Komponen yang ketiga yang akan di uji yaitu rasa, rasa merupakan hal penting dari sebuah produk. Rasa ini sendiri mempengaruhi kepuasan, kesukaan konsumen terhadap prodak yang kita buat. Dengan rasa akan mempengaruhi juga kualitas dan umur simpan brownies sukun.

 Hasil analisis statistik ANAVA brownies sukun (lampiran 4) dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan yang nyata dari rasa brownies sukun a1, a2, a3.

 Komponen yang keempat dan terakhir adalah aroma. Aroma merupakan sifat mutu yang penting untuk diperhatikan dalam penilaian organoleptik bahan pangan, karena aroma merupakan faktor yang sangat mempengaruhi pada daya terima konsumen terhadap suatu produk tanpa harus melihat produk tersebut. Uji aroma merupakan salah satu uji yang penting dilakukan dalam industri pangan untuk melihat apakah produk yang dihasilkan disukai atau tidak disukai. (Soekarto, 1985). Aroma (bau) dapat dihasilkan karena adanya senyawa Volatile (mudah menguap) didalam bahan pangan dan akan dibawa oleh udara dan masuk ke rongga hidung (deman,1997).

 Aroma pada brownies sukun adalah aroma khas sukun. Berdasarkan hasil analisa statistik menggunakan ANAVA (lampiran 5) dapat diketahui bahwa aroma pada brownis sukun terdapat perbedaan yang nyata antara a1,a2 dengan a3.

 Menurut hasil uji pendahuluan tahap I organoleptik parameter tekstur, warna, rasa dan aroma ditemukan perbedaan hasil uji coba formulasi brownis sukun antara formulasi 1:1, 1:2, dan 1:3. Formulasi terpilih brownis sukun berdasarkan data panelis yang berjumlah 15 orang dan sample tiga formulasi maka di dapat hasil tekstur brownies sukun a1 dan a2 sangat di suka oleh panelis, warna brownies sukun a1 dan a3 sangat di suka oleh panelis, rasa brownies sukun a3 sangat disukai oleh panelis dan aroma brownies sukun a3 sangat disukai oleh panelis. Maka pada tahap I formulasi brownis sukun tetpilih a3 sebagai sample produk yang akan diuji organoleptik ke tahap II.

4.2 Penelitian Tahap II

Penelitian tahap II ini penentuan waktu pengukusan terpilih brownies sukun, sample berasal dari brownies terpilih pada tahap I. Hasil pada Tahap I di atas formulasi terpilih untuk brownies sukun yaitu a3 dimana a3 ini adalah formulasi perbandingan tepung terigu dan tepung sukun 1:3. Sampel a3 ini akan berlanjut di tahap II ini yaitu waktu pengukusan. Produk brownies sukun yang akan diamati dibagi tiga taraf waktu pengukusan. Taraf pertama adalah pengukusan dengan waktu 15 menit, taraf ke dua adalah pengukusan dengan waktu 25 menit, dan taraf ke tiga dengan pengukusan 35 menit dengan suhu pengukusan yang sama yaitu C.

Uji organoleptik yang pertama pada tahap II ini adalah tekstur brownies sukun pada tiga taraf pengukusan (t1,t2,t3). Waktu pengukusan sangat berpengaruh terhadap tekstur kelembaban brownies. Hasil uji organoleptik pada tekstur brownies sukun dengan tiga taraf waktu pengukusan adalah terdapat perbedaan yang signifikan brownies sukun dengan lamanya waktu pengukusan. Pada t3 panelis sangat suka dengan tekstur brownies sukun.

Komponen yang di nilai ke dua adalah warna brownies sukun. Warna brownies coklat pekat hal ini disebabkan karena bahan baku coklat blok dan coklat bubuk yang digunakan. Hasil organoleptik dari uji warna adalah t2 sangat disukai panelis ketimbang t3 dan t1.

Komponen selanjutnya adalah rasa, rasa ini dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan. Hasil dari uji organoleptik rasa dengan tiga komponen waktu didapat t2 sangat diminati oleh panelis.

Komponen yang terakhir adalah aroma, aroma menentukan kualitas pengukusan brownies. Hasil ujicoba organoleptuk pada atribut aroma terlihat perbedaan antara t2 dengan t1 dan t3.

Menurut hasil uji tahap II organoleptik parameter tekstur, warna, rasa dan aroma ditemukan perbedaan hasil uji waktu pengukusan brownis sukun antara taraf pertama pengukusan dengan waktu 15 menit, taraf ke dua pengukusan dengan waktu 25 menit, dan taraf ke tiga pengukusan 35 menit dengan suhu pengukusan yang sama yaitu C. Waktu pengukusan terpilih brownis sukun berdasarkan data panelis yang berjumlah 15 orang dan sample tiga taraf waktu maka di dapat hasil tekstur brownies sukun t3 sangat di suka oleh panelis, warna brownies sukun t2 sangat di suka oleh panelis, rasa brownies sukun t2 sangat disukai oleh panelis dan aroma brownies sukun t2 sangat disukai oleh panelis. Maka pada tahap II waktu pengukusan brownis sukun tetpilih adalah t2 sebagai sample produk yang akan diuji organoleptik ke tahap III dan IV.

4.3 Penelitian Tahap III

Penelitian tahap ini kelanjutan dari tahap I dan tahap II, dimana pada tahap I didapat formulasi terpilih lalu dari formulasi terpilih masuk ke tahap II yaitu suhu pengukusan terpilih, setelah di dapat satu prodak brownis formulasi dan suhu terpulih yaitu brownies a3t2 berlanjutlah pada tahap III ini. Penelitian tahap III ini terdiri dari beberapa langkah. Langkah pertama adalah melakukan umur simpan brownies sukun bersamaan dengan melakukan perhitungan TBA dan ALT selama lima hari dalam tiga suhu penyimpanan yaitu suhu C, suhu C dan suhu C. Secara bersamaan penyimpanan dilakukan dalam tiga suhu yang berbeda dan setiap suhu diteliti lima hari. Pada penelitian tahap disatukan dengan umur simpan brownies sukun agar lebih efisien waktu.

4.3.1 Pengaruh Suhu Terhadap Nilai TBA dan ALT

Hasil penelitian perubahan nilai TBA dan ALT selama lima hari penyimpanan dengan suhu C, suhu C dan suhu C.

Tabel 4.1 Hasil Nilai TBA dan ALT Brownies Sukun

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SUHU** | **WAKTU PENGAMATAN** | **Hasil** |
| **TBA****Mg/Kg** | **ALT**cfu/g |
|  **C** | Pengamatan ke 1 | 0.0934 | 8,00 x 101 |
| Pengamatan ke 2 | 0.1167 | 1,10 x 102 |
| Pengamatan ke 3 | 0.1312 | 1,12 x 102 |
| Pengamatan ke 4 | 0.1379 | 1,14 x 102 |
| Pengamatan ke 5 | 0.1472 | 1,17 x 102 |
|  **C** | Pengamatan ke 1 | 0.1239 | 1,80 x 101 |
| Pengamatan ke 2 | 0.1475 | 1,90 x 102 |
| Pengamatan ke 3 | 0.1620 | 2,70 x 102 |
| Pengamatan ke 4 | 0.1859 | 3,90 x 102 |
| Pengamatan ke 5 | 0.2094 | 5,10 x 102 |
|  **C** | Pengamatan ke 1 | 0.1466 | 4,60 x 102 |
| Pengamatan ke 2 | 0.1934 | 1,10 x 103 |
| Pengamatan ke 3 | 0.2239 | 8,70 x 103 |
| Pengamatan ke 4 | 0.2628 | 1,02 x 103 |
| Pengamatan ke 5 | 0.3033 | 1,34 x 103 |

4.3.2 TBA (*Thio Barbituric Acid*)

TBA (*Thio Barbituric Acid*) merupakan salah satu parameter untuk mengukur tingkat derajat ketengikan bahan pangan menunjukkan seberapa besar kerusakan bahan pangan telah terjadi. Uji ketengikan merupakan uji yang digunakan untuk mengukur stabilitas oksidasi bahan pangan. Stabilitas oksidasi bahan pangan dapat di diukur secara cepat dengan menggunakan *Methrom Rancimat* mengukur waktu induksi yaitu waktu yang dibutuhkan oleh bahan pangan pada suhu tertentu sebelum mengalami kerusakan yang cepat. Pengukuran kerusakan bahan pangan dilakukan berdasarkan senyawa volatiil hasil oksidasi bahan pangan yang mengakibatkan bau tengik seperti asam dikarboksil. Senyawa berbau tengik ini dapat meningkatkan konduktivitas lsitrik sehingga dapat diintegrasikan dalam bentuk kurva hubungan antara waktu induksi dengan konduksivitas. Bahan pangan yang mempunyai waktu induksi lebih pendek berarti memiliki stabilitas oksidasi yang rendah. Bilangan TBA uji bilangan *Thio Barbituric Acid* (TBA) umum digunakan untuk mengukur tingkat ketengikan produk pangan yang mengandung lemak/minyak.

Dalam reaksi oksidasi lemak komponen hasil dekomposisi lemak yang dapat terbentuk adalah senyawa turunan aldehid yaitu malonaldehid. Keberadaan malonaldehid pada brownies sukun menunjukkan bahwa brownies sukun telah mengalami oksidasi langsung. Senyawa malonaldehid yang terbebtuk akan bereaksi dengan pereaksi TBA dan menghasilkan pigmen warna merah. Intensitas warna merah ini kemudian diukur secara spektroskopis pada panjang gelombang 530 nm. Hasil pengukuran yang diperoleh dinyatakan sebagai bilangan TBA yang nilainya setara dengan jumlah malonaldehida pada brownies sukun. Semakin tinggi bilangan TBA maka tingkat oksidasi brownies sukun semakin tinggi dan tingkat ketengikan brownies sukun semakin tinggi.

Gambar 4.1 Grafik Nilai TBA selama Penyimpanan

Pada Gambar 4.1 terlihat terjadi peningkatan nilai TBA. Peningkatan nilai TBA pada brownies sukun terjadi karena adanya senyawa malonaldehid dan senyawa volatil lainnya. Pembentukan senyawa ini terjadi karena terjadi akibat mutu brownies sukun yang semakin menurun selama penyimpanan.

KenaikanTBA yang lebih besar terjadi pada suhu yang lebih besar pula, hal ini dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah senyawa volatiil hasil oksidasi brownies sukun yang mengakibatkan bau tengik seperti asam dikarboksil.

4.3.3 ALT ( Angka Lempengan Total)

Angka lempeng total (ALT) adalah angka yang menunjukkan jumlah bakteri mesofil dalam tiap-tiap 1 ml atau 1 gram sampel makanan yang diperiksa. Prinsip dari ALT adalah menghitung pertumbuhan koloni bakteri aerob mesofil setelah sampel makanan ditanam pada lempeng media yang sesuai dengan cara tuang kemudian dieramkan selama 24-48 jam pada suhu 35-37°C (Joko Wibowo Ristanto, 1989). Uji angka lempeng total merupakan metode yang umum digunakan untuk menghitung adanya bakteri yang terhadap dalam sediaan yang diperiksa.

Populasi bakteri dihitung dengan cara mengencerkan sampel atau bahan uji, dilanjutkan dengan melakukan inokulasi semua hasil pengenceran didalam media pelat. Jumlah koloni yang dapat tumbuh pada pelat dihitung secara manual dengan bantuan “Colony Counter”. Jumlah koloni yang memenuhi ketentuan perhitungan adalah 25-30 sampai 250-300 koloni pada media pelat. Artinya: Bila percobaan menunjukan data terdapat populasi 20 koloni pada pelat hasil pengenceran ke-4 dan 200 koloni pada pengenceran ke-3, maka kesimpulannya adalah bahan uji mengandung = 200 x 10³ = 200.000 koloni bakter  / mL atau perhitungan berdasarkan pada koloni yang tumbuh pada hasil pengenceran ke-3.

Metode ini dapat dianggap yang paling sensitive kerena sel hidup yang dapat terhitung, beberapa jenis mikroorganisme dapat dihitung sekaligus dan dapat digunakan utuk isolasi dan identifikasi karena koloni yang terbentuk mungkin berasal dari satu sel induk.

Gambar 4.2 Grafik Nilai ALT Selama Penyimpanan

Pada gambar 4.2 terlihat terjadi kenaikan mikroorganisme yang tumbuh dalam produk brownies sukun. Selain itu degradasi karbohidrat dengan kondisi oksigen terbatas selama penyimpanan akan menghasilkan asam laktat yang akan meningkatkan nilai Angka Lepengan Total(ALT).

Pada penyimpanan C terjadi peningkatan nilai ALT pada hari ke tiga. Peningkatan nilai ALT yg lebih cepat pula perkembangan mikroorganisme yang terdapat pada brownies sukun. Meningkatnya mikroorganisme selama penyimpanan dapat mempercepat pembusukan ditunjukkan oleh nilai ALT yang semakin meningkat sebagai akibat meningkatnya mikoorganisme yang terdapat pada brownies sukun.

4.4 Penelitian Tahap IV

Penelitian tahap empat ini akan melanjutkan membahas hasil penelitian pada tahap III yaitu aplikasi Model Arrhenius berdasarkan TBA dan ALT. Hasil dari penelitian sebelumnya terlihat adanya kecenderungan penurunan mutu prodak brownies sukun terhadap TBA dan ALT. Berdasarkan kecenderungan tersebut, maka dapat dipastiakn produk brownies sukun terpilih yang digunakan pada penelitian ini secara cepat atau lambat akan mengalami penurunan mutu, kerusakan dan membusuk sehingga tidak layak lagi untuk dikonsumsi, karena itu, perlu dilakukan pendugaan umur simpan produk untuk memperkirakan sampai sejauh mana produk brownies sukun bertahan.

Setiap jenis makanan memiliki daya simpan yang terbatas tergantung pada jenis bahan pangan dan kondisi penyimpanannya. Pada penelitian ini, untuk mengetahui lama waktu daya simpan brownies sukun dilakukan perhitungan dengan mengacu pada model penentuan umur simpan Arrhenius yang melibatkan penyimpanan pada suhu berbeda. Syarif dan halid (1993), menyatakan bahwa untuk menganalisis penurunan mutu salah satu syarat penting yang harus dipenuhi adalah adanya parameter kritis tersebut biasanya bersifat spesifik tergantung pada karakteristik prodak yang akan di uji. Salah satu parameter kritis yang dapat digunakan untuk pendugaan penurunan mutu pada prodak brownies sukun kali ini adalah TBA dan ALT.

4.4.1 Aplikasi Model Arrhenius Pada Brownies Sukun Berdasarkan Faktor TBA

Sebagaimana yang terlihat pada gambar 4.3, terlihat adanya perubahan nilai TBA pada produk brownies sukun. Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh maka dapat dibuat suatu bentuk persamaan regresi yang menunjukkan adanya suatu hubungan antara lama penyimpanan terhadap nilai TBA produk brownies sukun pada masing-masing suhu yang berbeda. Pada gambar 6 disajikan kurva regresi untuk produk brownies sukunsecara umum terlihat adanya peningkatan nilai TBA produk brownies sukun seiring dengan lamanya waktu penyimpanan baik pada produk yang disimpan pada suhu , ,dan . Berdasarkan grafik regresi (gambar 6) besarnya nilai In TBA baik pada produk yang disimpan pada suhu , ,dan ketiganya menunjukkan suatu pola linieritas.

Gambar 4.3 Grafik Hubungan Lama Penyimpanan Terhadap Nilai In TBA Pada Suhu , ,dan

Terlihat ketiga persamaan linier untuk masing-masing penyimpanan pada suhu , ,dan pada gambar 4.3.

Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh nilai In k yang selanjutnya akan di plot dengan 1/T ke dalam suatu grafik seperti Gambar 4.4.

Gambar 4.4 Grafik Hubungan 1/T terhadap In k nilai TBA

Berdasarkan grafik hubungan antara In k dengan 1/T didapatkan konstanta laju penurunan (k) brownies sukun, dimana semakin tinggi suhu maka laju penurunan kualitas semakin rendah. Jika laju penurunan mutu semakin rendah masa umur simpanannya menjadi lebih singkat. Konstanta laju penurunann nilai TBA brownies sukun pada suhu adalah 0.03117255/ jam, sedangkan untuk suhu adalah 0.03117257/ jam dan pada suhu adalah 0.03117258/ jam.

Hasil pengamatan dan perhitungan nilai TBA brownies sukun terhadap waktu penyimpanan akan didapatkan konstanta laju penurunan mutu nilai TBA, hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2 Penurunan mutu nilai TBA mengikuti reaksi ordo satu yang kemudian akan didapatkan umur simpan (ts) brownies sukun dengan menggunakan rumus:

ts =

Tabel 4.2. Nilai Laju Penurunan Mutu dan Umur simpan brownies sukun berdasarkan parameter nilai TBA

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu (** | **Ea (kalori/mol)** |  | **k****(/jam)** | **ts****(/jam)** | **ts (/hari)** |
| 5 | 0.0079 | 3.1173 x  | 0.0311725 | 39.6958 | 1.65 |
| 15 | 0.0311725 | 42.8472 | 1.78 |
| 25 | 0.0311725 | 51.6283 | 2.15 |

Berdasarkan Tabel 4.2 dapat diketahui laju penurunan mutu nilai TBA masing-masing suhu berbeda. Semakin tinggi suhu maka konstanta laju penurunan mutu nili TBA semakin tinggi yang mengakibatkan brownies sukun semakin cepat mengalami kerusakan.

4.4.2 Aplikasi Model Arrhenius Pada Brownies Sukun Berdasarkan Faktor ALT

Seperti yang terlihatpada gambar 4.5, dapat dilihat ada perubahan nilai ALT pada brownie sukun. Berdasarkan nilai rata-rata yang diperoleh maka dapat dibuat suatu bentuk persamaan regresi yang menunjukkan adanya suatu hubungan antara lama penyimpanan terhadap nilai In ALT prodak brownies sukun pada masing masing suhu yang berbeda. Pada gambar 4.5 berikut merupakan kurva regresi untuk prodak brownies sukun.

 Secara umum terlihat adany peningkatan nilai ALT produk seiring dengan lamnya waktu penyimpanan baik pada produk yang disimpan pada suhu , ,dan . Berdasarkan grafik regresi (Gambar 4.5) besarnya nilai In ALT baik pada produk yang disimpan pada suhu , , dan ketiganya menunjukkan suatu pola linieritas.

Gambar 4.5 Grafik Hubungan Lama penyimpanan Terhadap Nilai In ALT Pada Suhu , ,dan

Ketika persamaan linier terlihat pada Gambar 4.5 untuk masing-masing penyimpanan pada suhu , ,dan . Berdasarkan persamaan tersebut diperoleh nilai In k yang selanjutnya akan diplot dengan 1/T ke dalam suatu grafik seperti di gambar 4.6.

Gambar 4.6 Grafik Hubungan 1/T terhadap In k Nilai ALT

Berdasarkan grafik hubungan antara In k dengan 1/T didapatkan konstanta laju penurunan (k) brownies sukun, dimana semakin tinggi suhu maka laju penurunan mutu semakin rendah. Jika laju penurunan mutu brownies sukun maka semakin rendah mutu umur simpanannya menjadi lebih singkat. Konstanta laju penurunan mutu nilai ALT brownies sukun pada suhu adalah 10.4006/ jam, sedangkan untuk suhu adalah 5.0934/ jam dan pada suhu adalah 9.6246/ jam.

Hasil pengamatan dan perhitungan nilai ALT brownies sukun terhadap waktu penyimpanan akan didapatkan konstanta laju penurunan mutu nilai ALT, hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.3. Penurunan mutu nilai ALT mengikuti reaksi ordo satu yang kemudian akan didapatkan umur simpan (ts) brownies sukun dengan menggunakan rumus:

ts =

Tabel 4.3. Nilai Laju Penurunan Mutu dan Umur simpan

Brownies sukun berdasarkan parameter nilai ALT.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Suhu (** | **Ea (kalori/mol)** |  | **k****(/jam)** | **ts****(/jam)** | **ts (/hari)** |
| 5 | 0.0039 | 8.8472 x  | 0.088471364 | 10.4006 | 0.43 |
| 15 | 0.088471386 | 5.0934 | 0.21 |
| 25 | 0.088471405 | 9.6246 | 0.40 |

Berdasarkan Tabel 4.3 dapat diketahui laju penurunan mutu nilai ALT masing-masing suhu berbeda. Semakin tinggi suhu maka konstanta laju penurunan mutu nilai ALT semakin tinggi yang mengakibatkan brownies sukun semakin cepat mengalami kerusakan.

**4.4.3. Penentuan Model Matematika**

Model matematika adalah representasi yang diselenggarakn dari satu sistem yang bertujuan untuk mendeteksu hubungan kuantitatif antara variabel dan memprediksi efek perubahan produk, dengan asumsi kompromi antara akurasi dan kemudahan dalam menggendalikan input (parameter atau faktor). Kurva baku dapat dibuat dengan menggunakan data yang diperoleh dari penelitrian sebelumnya menggunakan rumus ordo satu. Menentukan titik-titik dalam kurva baku menggunakan rumus ordo satu dengan mengubah (kondisi awal). Kurva baku ditemukan berdasarkan suhu penyimpanan. Masing-masing suhu mempunyai kurva baku yang berbeda berdasarkan laju penurunan mutunya. Kurva baku ini bertujuan untuk mengetahui umur simpan produk jika nilai mutu awal nya berubah-ubah.

**4.4.3.1. Grafik Baku dan Model Matematis Umur Simpan Brownies Sukun dengan Suhu Penyimpanan C**

Hasil data yang di dapatkan pada penelitian tahap dua, dapat dibuat suatu model matematis yang membuat kurva baku umur simpan produk tersebut pada kondisi suhu tertentu. Gambar 4.7 dan 4.8 tersaji grafik baku TBA dan ALT pada suhu penyimpanan C.

Gambar 4.7 Grafik Hubungan Waktu Pengamatan dengan Nilai In TBA Suhu

Gambar 4.8 Grafik Hubungan Lama Penyimpanan Terhadap Nilai In ALT Pada Suhu C

Gambar 4.7 dan 4.8 memperlihatkan pengaplikasian model Arrhenius untuk membuat suatu diagram baku atau suatu persamaan linier untuk menentukan umur simpan hanya dengan mengetahui TBA dan ALT. hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penentuan umur simpan brownies sukun. Persamaan linies hanya bisadigunakan jika menggunakan bahan baku yang sama dengan sampel yang digunakan, karena bahan baku yang berbeda akan mengubah nilai laju penurunan mutu.

Gambar 4.7 merupakan grafik baku hubungan antara nila TBA dan umur simpan pada suhu C dengan persamaan regresinya y = 0.107x – 2.412, dan gambar 4.8 merupakan grafik baku hubungan antara ALT dan umur simpan pada suhu C dengan persamaan regresinya y = 0.079x + 4.421. Nilai Y merupaka nilai TBA atau ALT dan nilai X merupakan sisa lama waktu simpan. Perbedaan dari grafik baku dari nilai TBA dan ALT adalah dari arah gradiennya. TBA mempunyai nilai gradien negatif dan ALT mempunyai nilai gradien positif. Sedangkan hasil umur simpan dengan menggunakan model matematika pada nilai awal yang sama dengan organoleptik () model matematik menghasilkan umur simpan selama 39.70 jam untuk nilai TBA dan 10.41 jam untuk ALT. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.4.

Tabel 4.4 Perbandingan Nilai Umur Simpan Berdasarkan

Uji Organoleptik dan Model Arrhenius pada Penyimpanan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Faktor Mutu** | **Umur Simpan Dengan Uji Organoleptik (jam)** | **Umur Simpan dengan Aplikasi Arrhenius (jam)** |
| TBA | 86 | 39.69588 |
| ALT | 10.4006 |

Tabel 4.4 menunjukan bahwa kurva baku terbaik adalah kurva baku berdasarkan nilai TBA di bandingkan nilai ALT, karena lebih mendekati kenyatan keinginan konsumen berdasarkan hasil umur simpan secara organoleptik. Sehingga nilai kurva baku TBA lebih baik digunakan dari pada kurva baku ALT pada penyimpanan C.

4.4.3.2. Grafik Baku dan Model Matematis Umur Simpan Brownies Sukun dengan Suhu Penyimpanan C

Hasil data yang di dapatkan pada penelitian tahap dua, dapat dibuat suatu model matematis yang membuat kurva baku umur simpan produk tersebut pada kondisi suhu tertentu. Gambar 4.9 dan 4.10 tersaji grafik baku TBA dan ALT pada suhu penyimpanan C.

Gambar 4.9 Grafik Hubungan Wakt Pengamatan dengan Nilai In TBA Suhu

Gambar 4.10 Grafik Hubungan Lama Penyimpanan Terhadap Nilai In ALT Pada Suhu C

Gambar 4.9 dan 4.10 memperlihatkan pengaplikasian model Arrhenius untuk membuat suatu diagram baku atau suatu persamaan linier untuk menentukan umur simpan hanya dengan mengetahui TBA dan ALT. hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penentuan umur simpan brownies sukun. Persamaan linies hanya bisadigunakan jika menggunakan bahan baku yang sama dengan sampel yang digunakan, karena bahan baku yang berbeda akan mengubah nilai laju penurunan mutu.

Gambar 4.9 merupakan grafik baku hubungan antara nila TBA dan umur simpan pada suhu C dengan persamaan regresinya y = 0.128x -2.198, dan gambar 4.10 merupakan grafik baku hubungan antara ALT dan umur simpan pada suhu C dengan persamaan regresinya y = 0.740x + 2.966. Nilai Y merupaka nilai TBA atau ALT dan nilai X merupakan sisa lama waktu simpan. Perbedaan dari grafik baku dari nilai TBA dan ALT adalah dari arah gradiennya. TBA mempunyai nilai gradien negatif dan ALT mempunyai nilai gradien positif. Sedangkan hasil umur simpan dengan menggunakan model matematika pada nilai awal yang sama dengan organoleptik () model matematik menghasilkan umur simpan selama 42.85 jam untuk nilai TBA dan 5.10 jam untuk ALT. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perbandingan Nilai Umur Simpan Berdasarkan Uji Organoleptik dan Model Arrhenius pada Penyimpanan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Faktor Mutu** | **Umur Simpan Dengan Uji Organoleptik (jam)** | **Umur Simpan dengan Aplikasi Arrhenius (jam)** |
| TBA | 86 | 42.8472 |
| ALT | 5.0934 |

Tabel 6 menunjukan bahwa kurva baku terbaik adalah kurva baku berdasarkan nilat TBA di bandingkan nilai ALT, karena lebih mendekati kenyatan keinginan konsumen berdasarkan hasil umur simpan secara organoleptik. Sehingga nilai kurva baku TBA lebih baik digunakan dari pada kurva baku ALT pada penyimpanan C.

4.4.3.3. Grafik Baku dan Model Matematis Umur Simpan Brownies Sukun dengan Suhu Penyimpanan C

Hasil data yang di dapatkan pada penelitian tahap dua, dapat dibuat suatu model matematis yang membuat kurva baku umur simpan produk tersebut pada kondisi suhu tertentu. Gambar 4.11 dan 4.12 tersaji grafik baku TBA dan ALT pada suhu penyimpanan C.

Gambar 4.11 Grafik Hubungan Waktu Pengamatan Dengan Nilai In TBA Suhu

Gambar 4.12 Grafik Hubungan Lama Penyimpanan Terhadap Nilai In ALT Pada Suhu

Gambar 4.11 dan 4.12 memperlihatkan pengaplikasian model Arrhenius untuk membuat suatu diagram baku atau suatu persamaan linier untuk menentukan umur simpan hanya dengan mengetahui TBA dan ALT. Hal ini bertujuan untuk mempermudah dalam penentuan umur simpan brownies sukun. Persamaan linier hanya bisadigunakan jika menggunakan bahan baku yang sama dengan sampel yang digunakan, karena bahan baku yang berbeda akan mengubah nilai laju penurunan mutu.

Gambar 4.11 merupakan grafik baku hubungan antara nila TBA dan umur simpan pada suhu C dengan persamaan regresinya y = 0.176x – 2.046, dan gambar 4.12 merupakan grafik baku hubungan antara ALT dan umur simpan pada suhu C dengan persamaan regresinya y = 0.206x +6.647. Nilai Y merupaka nilai TBA atau ALT dan nilai X merupakan sisa lama waktu simpan. Perbedaan dari grafik baku dari nilai TBA dan ALT adalah dari arah gradiennya. TBA mempunyai nilai gradien positif dan ALT mempunyai nilai gradien negatif. Sedangkan hasil umur simpan dengan menggunakan model matematika pada nilai awal yang sama dengan organoleptik () model matematik menghasilkan umur simpan selama 51.63 jam untuk nilai TBA dan 9.62 jam untuk ALT. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.6.

Tabel 4.6 Perbandingan Nilai Umur Simpan Berdasarkan UjiOrganoleptik dan Model Arrhenius pada Penyimpanan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Faktor Mutu** | **Umur Simpan Dengan Uji Organoleptik (jam)** | **Umur Simpan dengan Aplikasi Arrhenius (jam)** |
| TBA | 72 | 51.6283  |
| ALT | 9.6246 |

Tabel 4.6 menunjukan bahwa kurva baku terbaik adalah kurva baku berdasarkan nilai TBA di bandingkan nilai ALT, karena lebih mendekati kenyatan keinginan konsumen berdasarkan hasil umur simpan secara organoleptik. Sehingga nilai kurva baku TBA lebih baik digunakan dari pada kurva baku ALT pada penyimpanan C.

1. **KESIMPULAN DAN SARAN**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Menurut hasil uji tahap I organoleptik berdasarkan Formulasi perbandingan tepung terigu dan tepung sukun 1:1, 1:2, dan 1:3 didapat formulasi terpilih yaitu formulasi perbandingan tepung terigu dan tepung sukun 1:3.
2. Uji tahap II menuntukkan hasil organoleptik berdasarkan lamanya waktu pengukusan brownies sukun 15 menit, 25 menit dan 35 menit dengan suhu yang sama yaitu C didapat lamanya waktu pengukusan terpilih yaitu 25 menit.
3. Hasil uji tahap III melakukan umur simpan brownies sukun bersamaan dengan melakukan perhitungan TBA dan ALT selama lima hari dalam tiga suhu penyimpanan yaitu suhu C, suhu C dan suhu C. Didapat hasil uji TBA yang lebih mendekati dengan umur simpan secara organoleptik.
4. Hasil uji tahap IV model Arrhenius dapat dilakukan untuk menduga masa simpan brownies sukun pada penyimpanan yang berbeda berdasarkan nilai TBA dan ALT
5. Respon terbaik berdasarkan kurva baku adalah TBA karena lebih mendekati kenyatan keinginan konsumen berdasarkan hasil umur simpan secara organoleptik.

Adapun saran untuk melengkapi penelitian ini adalah:

1. Perlu dilakukan penelitian sejenis dengan menggunakan bahan baku tepung sukun sebagai objek penelitian
2. Perlu dilakukan penelitian sejenis dengan menggunakan parameter lain sebagai acuan agar mendapatkan kurva baku umur simpan terbaik
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuat model simulasi.

**DAFTAR PUSTAKA**

Ambarini. 2005. **Brownies***.* Jakarta: GramediaPustakaUtama.

Ammar, MS, AE Hegazydan SH Bedeir. 2009. **Using Of Taro Flour As Partial Substitute Of Wheat Flour In Bread Making**. World Journal of Dairy & Food Sciences 4 (2): 94-99. IDOSI Publications.

AOAC. 1995. **Official Methods of The Association of Official Analytical Chemist**. Washington DC.

Astawan, Made. 2009. **Panduan Karbohidrat Terlengkap**. Jakarta: Dian Rakyat

Aufari, S. 2013. **Studi Pembuatan Brownies Dengan Campuran TepungTerigu Dan Tepung Empulur Batang Pisang Kepok (*Musa paradisiacaformatypica*)**. Program Studi Teknologi Hasil Pertanian fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas, Padang.

Bennion, E dan GST Bamford. 1979. **The Technology of Cake Making. Fifth Ed**.

Buckle, K.A,R.A.Edwards. G.H. Fleet M.Wotton. 1987. **Ilmu Pangan**. Penerjemah Hari Purnomo dan Andiono. Cetakan Kedua. PT Penebar Swadaya. Jakarta.

Budianto, A. K. 2001. **Dasar-Dasar Ilmu Gizi,** Edisi Kedua, Universitas Muhammadiyah, Malang.

Cauvain, Stanley P dan Linda S Young. 2000. **Bakery Food Manufacture and Quality: Water Control and Effects**. Blackwell Science. Oxford.

Edema, MO, LO Sannidan AI Sanni. 2005. **Evaluation of maize-soybean flour**

Fatullah, A. 2013. **Perbedaan Brownies TepungGanyongDenganBrownies Tepung Terigu Ditinjau Dari Kualitas Inderawi Dan Kandungan Gizi**. Skripsi. Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Gale, T. 2006. ***Baking powder***. [www.madehow.com](http://www.madehow.com). Diakses : 25/05/2015.

Ismayani, Y. 2006**. Variasi Brownies Kukus dan Panggang.** Jakarta: KawanPustaka.

Koswara, Sutrisno. 2006. **Lebih Akrab dengan Kue basah**. <http://www.ebookpangan.com/ARTIKEL>. Diakses : 25/05/2015.

Matz, Samuel A dan TD Matz. 1978. **Cookies and Cracker Technology**. The AviPublishing Co, Inc, Westport, Connecticut.

Muchtadi, Tien R, Ayustaingwarno, Fitriyono. 2010**. Teknologi Proses Pengolahan Pangan**. Cetakankeempat. Alfabeta. Bandung.

Nurapriani, R. 2010. **Optimasi Formulasi Brownies Panggang Tepung Komposit Berbasis Talas, Kacang Hijau, dan Pisang.**FakultasTeknologiPertanian. InstitutPertanian Bogor, Bogor.

Ruliawan, S.M. 2014. **Aplikasi Model Arrhenius untuk Pendugaan Masa Simpan Sosis Ayam Pada Penyimpanan Dengan Suhu yang Berbeda Berdasarkan Nilai TVB dan pH.** Fakultas Pascasarjana Universitas Pasundan Bandung.

Suhardjito YB. 2006. **Pastry dalam Perhotelan**. Yogyakarta : ANDI Yogyakarta

Sulistiyo, C.N. 2006. **Pengembangan Brownies Kukus Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.)***di PT. Fits Mandiri Bogor. Skripsi. Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan, FakultasTeknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor.

Sunarwati, D. A. 2011. **Pengaruh Substitusi Tepung Sukun Terhadap Kualitas Brownies Kukus,**Tugas Akhir, Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi, Fakultas Teknik, UniversitasNegeri Semarang.

Widarti, Asih. 2005**. Studi Eksperimen Pembuatan Brownies dengan Substitusi Tepung Pisang**, Skripsi Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi. FakultasTeknik. UniversitasNegeri Semarang.

Yuniastuti, A. 2007. **Gizi dan Kesehatan**. EdisiPertama, GrahaIlmu. Yoyakarta.

**BIODATA PENULIS**

Intan Permatasari Muhariyani adalah guru produktif tata boga di SMK RA Kartini Bandung dan SMA Pasundan Rancaekek.