**IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan mengenai : (1) Hasil Penelitian Pendahuluan dan   
(2) Hasil Penelitian Utama.

**4.1. Hasil Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menetapkan perlakuan-perlakuan yang dilakukan pada penelitian utama. Perlakuan yang dilakukan yaitu analisis kimia terhadap bahan baku daging buah kelapa, menentukan jumlah sel   
*S. cerevisiae* yang maksimum, dan menetapkan perbandingan daging buah kelapa dengan air kelapa. Perlakuan atau kondisi yang tepat digunakan sebagai acuan untuk penelitian utama.

4.1.1. Analisis Kimia Bahan Baku

Hasil analisis kadar lemak daging buah kelapa yaitu 21,04%. Tujuan analisis kadar lemak daging buah kelapa dilakukan untuk mengetahui kadar lemak pada daging buah kelapa yang digunakan dalam produksi minyak kelapa. Selain itu tujuan analisis kadar lemak daging buah kelapa yaitu untuk memgetahui efisiensi proses produksi minyak kelapa dengan cara fermentasi. Efisiensi proses produksi minyak secara fermentasi dapat diketahui dengan menghitung rendemen minyak atau *yield* minyak yang dihasilkan.

Komposisi kimia daging buah kelapa berbeda-beda, tergantung pada umur buahnya, unsur hara makro maupun mikro yang terkandung di dalam tanah, panjang sinar matahari yang diterima oleh tanaman kelapa, kandungan air tanah dan frekuensi pemupukan. Umur buah merupakan faktor penting yang nyata mempengaruhi komposisi kimia daging buah kelapa. Kandungan minyak yang ada di dalam daging buah kelapa akan naik dengan bertambahnya umur buah kelapa. Perbedaan kadar lemak daging buah kelapa yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh varietas, tempat tumbuh, umur pemetikan, cara penyimpanan dan lama penyimpanan (Rindengan, dkk., 2005).

4.1.2. Penentuan Umur Pertumbuhan *S. cerevisiae* dalam media cair YGA

Penentuan umur pertumbuhan *S. cerevisiae* bertujuan untuk mengetahui jumlah sel yang maksimum selama 2 jam sekali pada pertumbuhan *S. cerevisiae* dalam media cair YGA . Hasil analisis jumlah sel *S. cerevisiae* pada starter dilakukan dengan menghitung jumlah sel dengan metoda Petroff-Hausser (hitungan mikroskopik dilakukan dengan pertolongan kotak-kotak skala). Hasil perhitungan jumlah sel pada starter didapat dengan waktu optimum yaitu 22 jam, jumlah sel berkembang pesat yaitu mencapai 180 x 106  sel/ml dan pada waktu ke 26 jam jumlah sel mengalami penurunan.

Gambar 7. Kurva Pertumbuhan *S. cerevisiae*

Berdasarkan kurva pertumbuhan *S. cerevisiae* di atas pada jam ke-0 sampai jam ke-2 pertumbuhan sel mengalami fase adaptasi. Pada fase ini belum terjadi pembelahan sel karena beberapa enzim mungkin belum disintesis. Jumlah sel pada fase ini mungkin tetap, tetapi terkadang menurun. Lamanya fase ini bervariasi, dapat cepat atau lambat tergantung dari kecepatan penyesuaian dengan lingkungan sekitar. Pada jam ke-2 sampai jam ke-4 pertumbuhan sel berada pada fase pertumbuhan awal, karena pada fase ini sel mulai membelah dengan kecepatan yang rendah. Pada jam ke-4 sampai jam ke-12 pertumbuhan sel berada pada fase pertumbuhan logaritmik, karena pada fase ini sel mulai membelah dengan cepat dan konstan. Pada fase ini kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH, kandungan nutrien, kondisi lingkungan termasuk suhu dan kelembapan udara. Pada jam ke-12 sampai jam ke-16 pertumbuhan sel berada pada fase pertumbuhan lambat, karena pada fase ini sel mengalami pertumbuhan diperlambat, hal ini disebakan karena zat nutrisi dalam medium mulai berkurang. Pada jam ke-16 sampai jam ke-22 pertumbuhan sel berada pada fase pertumbuhan tetap (statis). Pada fase ini ukuran sel menjadi lebih kecil karena setiap sel tetap membelah meskipun zat nutrisi sudah mulai habis. Pada jam ke-24 pertumbuhan sel berada pada fase menuju kematian. Pada fase ini jumlah sel mengalami penurunan, hal ini disebabkan nutrien dalam medium sudah habis (Fardiaz, 1992). Waktu diperlukan untuk meningkatkan ketahanan sel selama penyimpanan, perlu disimpan dalam media yang mengandung nutrisi. Terlalu lama waktu penyimpanan maka kebutuhan nutrisi untuk hidup tidak terpenuhi. Tanpa adanya nutrisi, maka proses metabolisme   
*S. cerevisiae* dalam menghasilkan enzim kurang aktif, sehingga mengakibatkan jumlah sel mengalami penurunan (Elevri, dkk., 2006).

4.1.3. Penentuan Rasio Daging Buah Kelapa Parut dengan Air

Penentuan rasio daging buah kelapa parut dengan air bertujuan untuk menghasilkan rendemen minyak tertinggi. Rendemen minyak kelapa merupakan perbandingan antara minyak kelapa yang dihasilkan dengan bubur daging buah kelapa yang digunakan dan dinyatakan dalam %b/b.

Pengenceran dengan menambah air pada proses penghancuran daging buah kelapa bertujuan untuk mempercepat proses penghancuran sel-sel jaringan buah kelapa, selain itu air yang ditambahkan dapat mengaktifkan enzim-enzim yang terdapat dalam daging buah kelapa (*amilase, lipase, protease*). Akibatnya bahan organik berstruktur sederhana (senyawa makromolekul) akan terekstraksi keluar dari buah kelapa yang telah hancur karena perbedaan tekanan osmosis di dalam dan di luar sel. Semakin banyak air yang ditambahkan, maka semakin banyak senyawa molekul dan enzim yang terekstraksi keluar (Winarno, 1997).

Perlakuan yang dilakukan pada percobaan pendahuluan adalah perbadingan daging kelapa parut dengan air yaitu 1 : 2, 1 : 4, dan 1 : 6 b/v dalam pembuatan bubur daging buah kelapa yang di fermentasi oleh starter *S. cerevisiae* dengan konsentrasi 15% pada suhu 300C, selama 24 jam dengan kecepatan pengadukan 150rpm. Berdasarkan perlakuan tersebut dilakukan untuk menentukan rendemen minyak yang dihasilkan dari masing-masing perlakukan. Hasil dari rendemen minyak kelapa yang diperoleh dari setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 13.

**Tabel 13. Hasil rendemen minyak yang dihasilkan dari perbandingan daging buah kelapa dan air**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perbandingan Daging Buah Kelapa dengan Air** | **Minyak yang dihasilkan** | **Rendemen Minyak (%)** |
| 1 : 2 | 3,84 | 7,68 |
| 1 : 4 | 10,21 | 20,42 |
| 1 : 6 | 8,28 | 16,56 |

Hasil rendemen minyak yang dihasilkan berdasarkan tabel 13 di atas, menunjukan bahwa rendemen minyak yang tertinggi diberikan oleh perlakuan perbandingan daging kelapa parut dengan air yaitu 1 : 4 b/v dengan penambahan starter 15%. Hal ini disebabkan pada perbandingan daging buah kelapa parut dengan air 1 : 4 b/v, diduga lemak yang ada di dalam substrat merupakan nutrisi yang optimum untuk pertumbuhan starter *S. cerevisiae*. Keadaan ini mengakibatkan pertumbuhan sel selama fermentasi berlangsung baik dan enzim yang dikeluarkan oleh mikroorganisme juga semakin banyak, sehingga substrat semakin banyak yang diuraikan oleh enzim membentuk minyak. Semakin encer maka kandungan lemak semakin berkurang hal ini menunjukan bahwa pada pengenceran 1 : 6 b/v menghasilkan rendemen lebih kecil. Perbandingan terkecil didapatkan pada pengenceran 1 : 2 b/v, hal ini dikarenakan kondisi substrat yang terlalu pekat sehingga aktivitas mikroba dalam memecah substrat kurang sempurna sehingga rendemen yang dihasilkan sangat kecil bila dibandingakan dengan pengenceran 1 : 4 dan 1 : 6 (b/v).

Desrosier (1988), bila substrat terlalu pekat dan kecepatan pengadukan terlalu rendah, maka aktivitas mikroba dalam menguraikan substrat menjadi alkohol terhambat. Sesuai pernyataan tersebut, bubur daging buah kelapa termasuk semi padat sehingga diperlukan aktivitas dan metabolisme *S. cerevisiae.*

Renemen tertinggi yang diperoleh yaitu 20,42%, bila dibandingan dengan penelitian sebelumnya hasil yang didapatkan dibawah. Hal ini terjadi karena kandungan lemak daging buah kelapa pada penilitian sebesar 21,04% dan perbedaan pada pembuatannya dimana pada penilitian ini menggunakan bubur daging buah kelapa.

Selama fermentasi dilakukan pengadukan dengan menggunakan *shaker* menyebabkan medium atau substrat teraduk sehingga terjadi aerasi. Kondisi ini diperlukan untuk menciptakan adanya oksigen yang terlarut di dalam substrat yang diperlukan untuk menciptakan adanya oksigen yang terlarut dalam substrat yang diperlukan mikroorganisme untuk pertumbuhannya dalam penguraian substrat. Kebutuhan oksigen pada fermentasi salah satunya dapat dipenuhi dengan cara pengadukan pada media fermentasi. Pengadukan dapat mensuplai oksigen dan mencampurkan cairan fermentasi sehingga membentuk larutan media yang seragam (Stanbury, dkk., 1984).

**4.2. Hasil Penelitian Utama**

Penelitian utama dilakukan setelah penelitian pendahuluan yaitu perbandingan daging buah kelapa dan air terbaik yang terpilih. Penelitian utama dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi starter dan waktu fermentasi, serta interaksinya terhadap karakteistik minyak kelapa yang dihasilkan. Analisis yang dilakukan adalah analisis kimia meliputi kadar air, angka peroksida, asam lemak bebas (FFA), dan angka penyabunan. Analisis fisik meliputi rendemen, *yield*, dan berat jenis serta uji organoleptik dengan menggunakan uji mutu hedonik meliputi warna dan aroma.

**4.2.1. Analisis Kimia**

Analisis kimia yang dilakukan adalah analisis kadar air, angka peroksida, asam lemak bebas (FFA), dan angka penyabunan.

4.2.1.1. Kadar Air

Air merupakan komponen terpenting dalam bahan makanan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, serta cita rasa makanan. Adanya air mempengaruhi penurunan mutu makanan baik secara kimia maupun mikrobiologi (Winarno, 1997).

Analisis kadar air minyak atau lemak perlu dilakukan karena besarnya kadar air yang tinggi menyebabkan proses hidrolisis dan mengakibatkan terjadi ketengikan. Analisis kadar air minyak pada dasarnya merupakan perbandingan antara bobot yang hilang pada minyak dengan bobot sampel.

Berdasarkan hasil analisis terhadap kadar air minyak kelapa menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi starter dan lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar air minyak kelapa, sementara interaksi antara keduanya tidak berpengaruh terhadap kadar air minyak yang dihasilkan. Pengaruh perbandingan konsentrasi Starter dan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 14 dan 15.

**Tabel 14. Pengaruh Konsentrasi Starter (I) terhadap Kadar Air Minyak Kelapa**

|  |  |
| --- | --- |
| **Konsentrasi Starter** | **Kadar Air Rata-rata Minyak Kelapa (%)** |
| i1 (10%) | 0,44 a |
| i3 (13%) | 0,48 a |
| i5 (15%) | 0,53 a |
| i2 (17%) | 0,56 ab |
| i4 (19%) | 0,77 b |

**Tabel 15. Pengaruh Lama Fermentasi (W) terhadap Kadar Air Minyak Kelapa**

|  |  |
| --- | --- |
| **Lama Fermentasi** | **Kadar Air Rata-rata Minyak Kelapa (%)** |
| w1 (18 jam) | 0,52 a |
| w2 (24 jam) | 0,49 ab |
| w3 (30 jam) | 0,66 b |

Hasil pengujian kadar air minyak kelapa berdasarkan tabel di atas menunjukkan bahwa perlakuan perbandingan konsentrasi starter dan lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar air minyak kelapa, semakin tinggi konsentrasi starter kadar air minyak kelapa yang diperoleh semakin besar. Hal ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi starter yang ditambahkan ke dalam media fermentasi mengakibatkan enzim yang dikeluarkan oleh *S. cerevisiae* semakin banyak hal ini menyebabkan dinding-dinding sel dari bubur dagung buah kelapa semakin banyak yang tepecah dan molekul-molekul air yang mengelilingi minyak semakin banyak yang pecah, menyebabkan minyak yang dihasilkan memiliki kadar air yang rendah. Keadaan ini dikarenakan molekul-molekul air banyak yang terpisah dari molekul-molekul minyak akibat aktivitas enzim yang dikeluarkan oleh *S. cerevisiae*. Sementara semakin lama fermentasi kadar air yang diperoleh semakin besar. Hal ini disebabkan karena waktu fermentasi yang semakin lama menyebabkan kerja enzim memecah mantel air semakin optimum, sehingga semakin lama fermentasi maka mantel air yang pecah semakin banyak dan air yang dibebaskan semakin tinggi dari minyak. Akibatnya kadar air minyak yang dihasilkan semakin kecil (Utari, 1989 dan Latif, 2004).

Semakin tinggi konsentrasi starter dan lama fermentasi membuat kadar air yang diperoleh semakin tinggi. Tingginya kadar air karena proses respirasi yang terjadi. Dalam keadaan tidak ada oksigen (anaerobik), khamir akan memfermentasi glukosa menjadi etanol dan CO2, sedangkan dalam keadaan banyak oksigen, glukosa akan dipecah secara respirasi menghasilkan CO2 dan H2O (Fardiaz,1992).

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (1992), kadar air untuk minyak kelapa maksimum 0,5%. Hasil analisis yang diperoleh menunjukan bahwa kadar air minyak kelapa yang dihasilkan masih memenuhi syarat. Perbedaan kadar air dapat terjadi jika kondisi fisika dan kimia lingkungan dapat memenuhi persyaratan bagi pertumbuhan mikroba tersebut, diantaranya suhu, pH lingkungan yang sesuai, dan kemudahan memperoleh nutrisi yang diperlukan. Dengan adanya mikroba yang tumbuh maka senyawa-senyawa makromolekul diuraikan oleh mikroba menjadi komponen-komponen yang diikuti oleh terlepasnya air terikat menjadi air bebas, dengan terlepasnya air terikat maka akan meningkatkan kadar air (Utari, 1989).

4.2.1.2. Angka Peroksida

Angka peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak. Asam lemak tak jenuh mengikat oksigen pada ikatan rangkapnya sehingga membentuk peroksida. Angka peroksida merupakan salah satu penentu kualitas minyak dan minyak segar yang telah dimurnikan sebaiknya memiliki angka peroksida kurang dari 1 miliekivalen/kg (Ketaren,2008).

Berdasarkan hasil analisis terhadap angka peroksida minyak kelapa menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi starter, lama fermentasi, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap angka peroksida pada minyak kelapa yang dihasilkan. Data hasil analisis terhadap angka peroksida minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 16.

**Tabel 16. Pengaruh Konsentrasi Starter dan Lama Fermentasi terhadap Bilangan peroksida pada Minyak Kelapa (mg O2/g minyak)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Perlakuan** | | **Bilangan Peroksida**  **(mg O2/g minyak)** |
| **Konsentrasi Starter** | **Lama Fermentasi** |
| **Rata-rata** |
| **i1**  **(10%)** | **w1 (18 jam)** | 0 |
| **w2 (24 jam)** | 0 |
| **w3 (30 jam)** | 0 |
| **i2**  **(13%)** | **w1 (18 jam)** | 0 |
| **w2 (24 jam)** | 0 |
| **w3 (30 jam)** | 0 |
| **i3**  **(15%)** | **w1 (18 jam)** | 0 |
| **w2 (24 jam)** | 0 |
| **w3 (30 jam)** | 0 |
| **i4**  **(17%)** | **w1 (18 jam)** | 0 |
| **w2 (24 jam)** | 0 |
| **w3 (30 jam)** | 0 |
| **i5**  **(19%)** | **w1 (18 jam)** | 0 |
| **w2 (24 jam)** | 0 |
| **w3 (30 jam)** | 0 |

Hasil pengujian angka peroksida pada tabel di atas menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh antar perlakuan terhadap angka peroksida minyak kelapa. Hal ini disebabkan karena tidak adanya minyak yang dihidrolisis oleh enzim selama proses fermentasi, tidak menggunakan suhu tinggi, dan kontak langsung dengan udara belum menimbulkan reaksi oksidasi, sehingga angka peroksida yang dihasilkan kecil. Angka peroksida tinggi karena terjadi proses oksidasi akibat pemanasan dan adanya air yang terlarut (Raharjo, 2004 dan Asriani, 2006). Pada proses fermentasi keadaan selama proses terkendali diantaranya suhu dan keadaan yang tidak kontak langsung dengan udara. Sementara pada proses pemanasan, suhu yang digunakan tinggi dan keadaannya kontak langsung dengan udara sehingga terjadi proses oksidasi yang menyebabkan bau tengik pada minyak. Reaksi oksidasi lemak tidak jenuh dapat membentuk senyawa peroksida. Selanjutnya degradasi peroksida akan membentuk berbagai senyawa aldehida yang bersifat folatil dan berkontribusi pada pembentukan bau tengik. Jenis senyawa peroksida dan aldehida yang terbentuk dipengaruhi oleh jenis asam lemak yang terlibat dalam reaksi oksidasi (Kusnandar, 2010).

Angka peroksida yang tinggi memperlihatkan minyak telah mengalami penyimpanan beberapa lama, dan besarnya angka peroksida dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu cahaya, suasana asam, kelembapan udara serta katalis. Untuk memperoleh angka peroksida yang kecil, minyak sebaiknya disimpan tidak terlalu lama karena bila disimpan lama akan timbul bau tengik dan flavor yang tidak dikehendaki dalam bahan pangan jika jumlahnya besar (lebih dari 100) akan bersifat beracun dan tidak dapat dikonsumsi (Ketaren, 2008).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 1992), bahwa bilangan peroksida maksimal untuk minyak kelapa adalah 5 mg oksigen/g contoh. Hasil angka peroksida pada Tabel 16 menunjukan bahwa minyak dari setiap perlakuan tersebut mempunyai angka peroksida dibawah standar yang telah ditetapkan SNI. Kecilnya angka peroksida yang dihasilkan menunjukan bahwa kualitas dari minyak tersebut baik, karena bila jumlah senyawa peroksida dalam minyak yang semakin banyak menunjukkan minyak tersebut akan cepat menjadi tengik. Hal ini disebabkan oleh proses oksidasi yang menyebabkan peroksida terpecah sehingga menghasilkan senyawa-senyawa lain seperti aldehid, keton, alkohol, hidrokarbon dan ester. Oleh karena itu peroksida tidak dikehendaki dalam minyak dan jumlahnya perlu dibatasi (Hidayati, dkk., 2007).

4.2.1.3. Asam Lemak Bebas (FFA)

Bilangan asam adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas. Asam lemak bebas terdapat di dalam minyak atau lemak, jumlahnya akan terus bertambah selama proses pengolahan dan penyimpanan. Keberadaan asan lemak bebas biasanya dijadikan indikator awal terjadinya kerusakan minyak.

Asam lemak bebas adalah asam lemak yang sudah terlepas dari trigliserida karena proses hidrolisis. Asam lemak bebas ini dapat dioksidasi secara *autooksidasi* atau oleh enzim yang dinamakan *lypooksigenase*. Oksidasi khususnya terjadi pada asam lemak tidak jenuh, yaitu asam oleat, linoleat, dan linolenat yang merupakan asam-asam yang banyak terkandung dalam lemak atu minyak. Dalam reaksi hidrolisa, minyak akan diubah menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Hasil akhir pada reaksi tersebut adalah ketengikan hidrolisa yang menghasilkan flavor dan bau tengik pada minyak (Ketaren, 2008).

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap asam lemak bebas (FFA) minyak kelapa. Sementara perbandingan konsentrasi starter dan interaksi antara perbandingan konsentrasi starter dan lama fermentasi tidak berpengaruh terhadap bilangan asam pada minyak kelapa yang dihasilkan. Pengaruh lama fermentasi terhadap asam lemak bebas (FFA) minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 17.

**Tabel 17.** **Pengaruh Lama Fermentasi (W) terhadap Asam Lemak Bebas (FFA) Minyak Kelapa**

|  |  |
| --- | --- |
| **Lama Fermentasi** | **Bilangan Asam Rata-rata Minyak Kelapa (%)** |
| w1 (18 jam) | 0,24 a |
| w2 (24 jam) | 0,34 b |
| w3 (30 jam) | 0,44 b |

Hasil pengujian asam lemak bebas (FFA) pada tabel di atas menunjukkan bahwa lama fermentasi memiliki pengaruh terhadap bilangan asam minyak kelapa. Semakin lama fermentasi, bilangan asam semakin meningkat. Hal ini dikarenakan minyak atau lemak terhidrolisis oleh enzim yang dikeluarkan oleh mikroorganisme menjadi asam-asam lemak, gliserol, air, dan energi. Oleh karena itu semakin lama proses fermentasi maka semakin banyak asam-asam lemak yang terbentuk dan bilangan asam yang diperoleh semakin meningkat. Terbentuknya asam lemak bebas oleh reaksi hidrolisis dapat dipercepat oleh adanya air dalam bahan (Sumitro, dkk., 2000).

Perbedaan lama fermentasi mempunyai kecenderungan semakin lama fermentasi bilangan asam yang dihasilkan semakin besar. Asam lemak bebas diperoleh dari hidrolisis lemak, semakin besar kadar air maka jumlah asam lemaknya semakin besar. Asam lemak bebas terdapat di dalam minyak atau lemak, jumlahnya akan terus bertambah selama proses pengolahan dan penyimpanan. Menurut ketaren (2008), mikroba memecah rantai asam lemak bebas menjadi senyawa-senyawa dengan berat molekul rendah dan selanjutnya dioksidasi menghasilkan gas karbondioksida dan air sehingga lama fermentasi mempengaruhi terhadap kadar asam lemak bebas yang dihasilkan.

Asam lemak bebas yang dihasilkan oleh proses hidrolisis dan oksidasi pada umumnya menghasilkan flavor yang tidak disenangi. Reaksi hidrolisis lemak adalah reaksi pelepasan asam lemak bebasdari gliserin dalam struktur molekul lemak. Reaksi hidrolisis terjadi pada lemak yang mengandung asam lemak jenuh dan tak jenuh. Reaksi ini dapat dipicu karena adanya enzim lipase atau pemanasan yang menyebabkan pemutusan ikatan ester dan pelepasan asam lemak bebas. Reaksi hidrolisis dapat terjadi bila ada air dan pemanasan. Penggunaan suhu tinggi menghasilkan energi yang terlalu tinggi, yang dapat memecah struktur lemak. Mula-mula lemak akan dihidrolisis membentuk gliserin dan asam lemak bebas. Asam lemak bebas dapat menguap, menghasilkan bau tengik dan rasa yang tidak enak dalam bahan pangan yang berlemak. Asam lemak ini pada umumnya terdapat dalam lemak susu dan lemak nabati (Ketaren, 2008 ; Kusnandar, 2010).

Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 1992), bahwa asam lemak bebas maksimal untuk minyak kelapa adalah 5 %. Dari Tabel 17 menunjukan bahwa minyak dari setiap perlakuan tersebut mempunyai asam lemak bebas dibawah standar yang telah ditetapkan SNI. Menurut Herlina, dkk., (2002) menyatakan bahwa bilangan asam pada minyak menunjukkan banyaknya asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak. Makin tinggi angka asam memberikan indikasi mutu minyak yang dihasilkan kurang baik, karena masih banyaknya asam lemak yang terbebaskan selama proses pengolahan atau penyimpan minyak.

4.2.1.4. Angka Penyabunan

Bilangan penyabunan adalah jumlah alkali yang diperlukan untuk menyabunkan sejumlah contoh minyak. Besarnya bilangan penyabunan tergantung pada berat molekul minyak. Minyak yang mempunyai berat molekul rendah akan mempunyai bilangan penyabunan yang tinggi daripada minyak yang mempunyai berat molekul yang tinggi (Ketaren, 2008).

Berdasarkan hasil analisis angka penyabunan minyak kelapa menunjukkan bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap angka penyabunan minyak kelapa. Sementara perbandingan konsentrasi starter dan interaksi antara perbandingan konsentrasi starter dan lama fermentasi tidak berpengaruh terhadap angka penyabunan pada minyak kelapa yang dihasilkan. Pengaruh lama fermentasi terhadap angka penyabunan minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 18.

**Tabel 18.** **Pengaruh Lama Fermentasi (W) terhadap Angka Penyabunan Minyak Kelapa**

|  |  |
| --- | --- |
| **Lama Fermentasi** | **Angka Penyabunan Rata-rata Minyak Kelapa (mg KOH/g minyak)** |
| w1 (18 jam) | 253,03 a |
| w2 (24 jam) | 231,04 b |
| w3 (30 jam) | 216,77 c |

Hasil pengujian angka penyabunan menunjukkan bahwa perlakuan lama fermentasi memiliki pengaruh terhadap angka penyabunan minyak kelapa. Semakin lama fermentasi angka penyabunan yang didapat semakin kecil. Hal ini dikarenakan minyak atau lemak terhidrolisis oleh enzim yang dikeluarkan oleh mikroorganisme menjadi asam-asam lemak, gliserol, air, dan energi. Rendahnya angka penyabunan disebabkan oleh adanya asam-asam lemak jenuh yang berantai panjang yang menjadi asam-asam lemak penyusun contoh minyak. Semakin panjang rantai asam lemak, berat molekulnya akan semakin tinggi sehingga bilangan penyabunan minyak semakin rendah. Oleh karena itu semakin lama proses fermentasi maka semakin banyak asam-asam lemak yang terbentuk dan semakin lama fermentasi angka penyabunan yang didapatkan semakin kecil. Angka penyabunan semakin besar, yang merupakan indikator bahwa minyak yang dihasilkan semakin baik. Selain itu minyak kelapa yang dihasilkan tanpa melalui proses pemanasan sehingga kandungan asam lemaknya cenderung tidak mengalami perubahan (Sumitro, dkk., 2000 dan Fadlana, 2006).

Reaksi penyabunan terjadi apabila lemak, misalnya gliseril palmintat dipanaskan dengan adanya alkali (sodium hidroksida) yang dapat menyebabkan ester gliserin terkonversi menjadi garam Na-palmintat dan gliserin. Garam asam lemak berantai panjang ini disebut sabun sehingga reaksinya disebut reaksi penyabunan (Kusnandar 2010).

Angka penyabunan dapat dipergunakan untuk penentuan berat molekul minyak secara kasar, minyak kelapa murni yang mengandung asam lemak dengan rantai atom C pendek (≤C8) relatif mempunyai berat molekul kecil dan memiliki angka penyabunan relatif besar (Sudarmadji, dkk., 1996; Winarno, 1997, dan Herlina, dkk., 2002).

**4.2.2. Analisis Fisika**

Analisis fisika yang dilakukan adalah analisis rendemen, *yield*, dan berat jenis.

4.2.2.1. Rendemen

Rendemen minyak adalah perbandingan antara minyak yang dihasilkan dengan bubur daging buah kelapa yang digunakan, dinyatakan dalam %b/b.

Berdasarkan hasil analisis rendemen minyak kelapa menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi starter, lama fermentasi dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap rendemen minyak kelapa yang dihasilkan. Pengaruh interaksi antara perbandingan konsentrasi starter dan lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 19.

**Tabel 19. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Starter (I) dengan Lama Fermentasi (I) Terhadap Rendemen Minyak Kelapa (%)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Starter** | **Lama Fermentasi** | **Rendemen (%)** |
| **i1**  **(10%)** | **w1 (18 jam)** | 8,91 |
| **w2 (24 jam)** | 6,68 |
| **w3 (30 jam)** | 17,54 |
| **i2**  **(13%)** | **w1 (18 jam)** | 9,61 |
| **w2 (24 jam)** | 7,97 |
| **w3 (30 jam)** | 17,69 |
| **i3**  **(15%)** | **w1 (18 jam)** | 15,98 |
| **w2 (24 jam)** | 15,56 |
| **w3 (30 jam)** | 15,97 |
| **i4**  **(17%)** | **w1 (18 jam)** | 19,89 |
| **w2 (24 jam)** | 10,42 |
| **w3 (30 jam)** | 13,72 |
| **i5**  **(19%)** | **w1 (18 jam)** | 10,20 |
| **w2 (24 jam)** | 10,02 |
| **w3 (30 jam)** | 7,45 |

Hasil rendemen minyak kelapa pada tabel di atas menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi starter dan lama fermentasi berpengaruh terhadap rendemen minyak kelapa yang dihasilkan. Perbedaan konsentrasi starter dimana semakin tinggi konsentrasi starter yang ditambahkan tidak selalu menghasilkan rendemen yang semakin tinggi. Hal ini dikarenakan perbedaan rendemen minyak yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu umur kelapa (semakin tua kelapa akan memiliki daging yang semakin tebal), perbedaan jenis dan asal kelapa, lama fermentasi, konsentrasi starter dan adanya minyak yang tertinggal saat pengambilan/pemipetan minyak (Cristianti, dkk., 2009). Konsentrasi starter yang ditambahkan mempengaruhi aktivitas enzim dalam menguraikan substrat. Semakin tinggi konsentrasi starter belum tentu menghasilkan enzim yang optimum, karena kecepatan reaksi hidrolisis enzimatis oleh mikroba *S.cereviceae* dalam menghasilkan enzim diantaranya enzim proteolitik dan amilolitik untuk memecah kompinen seperti air, lemak, protein, karbohidrat dan sebagainya sudah mencapai maksimum (Utari, (1989), dan Rusmanto (2004). Perbandingan inokulum dan substrat menentukan jumlah minyak yang dihasilkan karena jumlah substrat akan menempati sisi aktif enzim secara tepat, sehingga penembahan substrat berlebih tidak akan mempengaruhi jumlah minyak yang dihasilkan (Kusumayanti, dkk., 2005).

Waktu fermentasi berpengaruh terhadap tinggi dan rendahnya rendemen minyak kelapa yang dihasilkan. Semakin lama fermentasi maka akan terbentuk metabolit produk yang dapat meracuni diri mikroorganisme itu sendiri sehingga mikrooganisme tersebut tidak dapat tumbuh dan memproduksi enzim. Waktu sangat diperlukan enzim untuk menghidrolisis substrat, semakin lama fermentasi maka semakin besar peluang enzim untuk menghidrolisis substrat. Seperti yang diketahui aktivasi enzim selalu dipengaruhi oleh waktu, suhu, dan pH lingkungan dimana enzim itu berada. Semakin lama fermentasi dan suhu maka semakin cepat reaksi enzimatis yang terjadi. Oleh sebab itu perbedaan konsentrasi dan lama fermentasi mempengaruhi aktivitas enzim dalam menguraikan substrat. Penurunan rendemen diduga karena adanya fase kejenuhan untuk mendapatkan kesempatan mengambil sumber energi maupun sumber nutrient, sehingga pada waktu tertentu starter mengalami fase kematian (Utari, 1989).

4.2.2.2. *Yield*

*Yield* adalah berat minyak yang dihasilkan dibagi dengan kadar lemak pada bahan dikali 100%. Faktor yang menentukan jumlah *yield* yang dihasilkan, diantaranya adalah kandungan lemak pada buah kelapa sehingga akan berpengaruh terhadap minyak yang dihasilkan.

Berdasarkan hasil analisis *yield* minyak kelapa menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi starter lama fermentasi dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap *yield* minyak kelapa yang dihasilkan. Pengaruh interaksi antara perbandingan konsentrasi starter dan lama fermentasi terhadap *yield* dapat dilihat pada Tabel 20.

**Tabel 20. Pengaruh Interaksi Konsentrasi Starter (I) dengan Lama Fermentasi (I) Terhadap *Yield* Minyak Kelapa**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Starter** | **Lama Fermentasi** | **Rendemen (%)** |
| **i1**  **(10%)** | **w1 (18 jam)** | 42,37 |
| **w2 (24 jam)** | 31,75 |
| **w3 (30 jam)** | 83,34 |
| **i2**  **(13%)** | **w1 (18 jam)** | 45,66 |
| **w2 (24 jam)** | 37,88 |
| **w3 (30 jam)** | 84,05 |
| **i3**  **(15%)** | **w1 (18 jam)** | 75,94 |
| **w2 (24 jam)** | 65,49 |
| **w3 (30 jam)** | 75,9 |
| **i4**  **(17%)** | **w1 (18 jam)** | 94,55 |
| **w2 (24 jam)** | 49,5 |
| **w3 (30 jam)** | 65,19 |
| **i5**  **(19%)** | **w1 (18 jam)** | 48,46 |
| **w2 (24 jam)** | 47,6 |
| **w3 (30 jam)** | 35,41 |

Hasil rendemen minyak kelapa pada tabel di atas menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi srater dan lama fermentasi berpengaruh terhadap persen *yield* minyak kelapa yang dihasilkan*.* Hal ini dikarenakan perbedaan *yield* minyak yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu umur kelapa (semakin tua kelapa akan memiliki daging yang semakin tebal dan cenderung memiliki kandungan lemak yang tinggi), perbedaan jenis dan asal kelapa, lama fermentasi, konsentrasi starter dan adanya minyak yang tertinggal saat pengambilan/pemipetan minyak (Cristianti, dkk., 2009).

Perbedaan konsentrasi starter dan waktu fermentasi memiliki pengaruh karena semakin lama konsentrasi starter dan lama fermentasi, tidak selalu menghasilkan *yield* yang semakin tinggi sama halnya dengan rendemen minyak kelapa pada Tabel 19. Konsentrasi starter yang ditambahkan mempengaruhi aktivitas enzim dalam menguraikan substrat. Semakin tinggi konsentrasi starter belum tentu menghasilkan enzim yang optimum, karena kecepatan reaksi hidrolisis enzimatis oleh mikroba *S.cereviceae* dalam menghasilkan enzim diantaranya enzim proteolitik dan amilolitik untuk memecah komponen seperti air, lemak, protein, karbohidrat dan sebagainya sudah mencapai maksimum (Utari, 1989 ; Rusmanto, 2004).

Waktu fermentasi berpengaruh terhadap tinggi dan rendahnya *yield* minyak kelapa yang dihasilkan. Semakin lama fermentasi maka akan terbentuk metabolit produk yang dapat meracuni diri mikroorganisme itu sendiri sehingga mikrooganisme tersebut tidak dapat tumbuh dan memproduksi enzim untuk memecah komponen-komponen yang ada pada bahan. Seperti yang diketahui aktivasi enzim selalu dipengaruhi oleh waktu, suhu, dan pH lingkungan dimana enzim itu berada. Semakin lama fermentasi dan suhu maka semakin cepat reaksi enzimatis yang terjadi. Oleh sebab itu perbedaan konsentrasi dan lama fermentasi mempengaruhi aktivitas enzim dalam menguraikan substrat. Penurunan *yield* diduga karena adanya fase kejenuhan untuk mendapatkan kesempatan mengambil sumber energi maupun sumber nutrient, sehingga pada waktu tertentu starter mengalami fase kematian (Utari, 1989).

4.2.2.3. Berat Jenis

Berat jenis adalah perbandingan berat dari suatu volume contoh pada suhu 250C dengan berat air pada volume dan suhu yang sama. Cara ini dapat digunakan untuk semua jenis minyak atau lemak yang dicairkan. Alat yang digunakan untuk mengukur adalah piknometer (Sudarmadji, 1996).

Berdasarkan hasil analisis berat jenis minyak kelapa menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi starter, lama fermentasi, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap berat jenis pada minyak kelapa yang dihasilkan. Data hasil analisis terhadap berat jenis minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 21.

**Tabel 21. Pengaruh Konsentrasi Starter dan Lama Fermentasi terhadap Berat Jenis pada Minyak Kelapa (g/ml minyak)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Starter** | **Lama Fermentasi** | **Berat Jenis** |
| **Rata-rata** |
| **(10%)** | **(18 jam)** | 0,77 |
| **(24 jam)** | 0,77 |
| **(30 jam)** | 0,77 |
| **(13%)** | **(18 jam)** | 0,77 |
| **(24 jam)** | 0,77 |
| **(30 jam)** | 0,77 |
| **(15%)** | **(18 jam)** | 0,77 |
| **(24 jam)** | 0,77 |
| **(30 jam)** | 0,77 |
| **(17%)** | **(18 jam)** | 0,77 |
| **(24 jam)** | 0,77 |
| **(30 jam)** | 0,77 |
| **(19%)** | **(18 jam)** | 0,77 |
| **(24 jam)** | 0,77 |
| **(30 jam)** | 0,77 |

Hasil analisis berat jenis minyak kelapa pada tabel di atas menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh antar perlakuan terhadap berat jenis minyak kelapa. Hal ini diduga karena konsentrasi starter dan lama fermentasi tidak saling mempengaruhi terhadap berat jenis dari minyak kelapa yang dihasilkan, karena pada umumnya berat jenis minyak dipengaruhi oleh proses pemanasan. Proses pemanasan dapat mempengaruhi berat jenis minyak, dimana suhu tinggi dapat memyebabkan kerusakan pada minyak, dengan bertambahnya suhu maka akan terbentuk senyawa polimer yang merupakan senyawa kompleks dengan berat molekul tinggi dan mengandung lemak lebih dari 2 gugus karboksil. Pembentukan polimer lemak tersebut dapat menyebabkan kekentalan atau viskositas minyak sehingga berat jenis minyak naik, dimana suhu tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada minyak. merupakan minyak yang telah dipisahkan dari bahan-bahan lainnya. Hal ini menyebabkan berat jenis minyak yang dihasilkan dari proses fermentasi tidak berbeda nyata (Pancarini, 1999 ; Ketaren, 2008). Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 1992), bahwa standar berat jenis minyak maksimal untuk minyak kelapa adalah 0,913. Dari tabel 21 menunjukan bahwa minyak dari setiap perlakuan tersebut mempunyai berat jenis dibawah standar yang telah ditetapkan SNI.

**4.2.3. Uji Organoleptik Penelitian Utama**

Uji organoleptik penelitian utama pembuatan minyak kelapa ini dilakukan yaitu mutu hedonik terhadap warna dan aroma.

4.2.3.1. Terhadap Warna

Penentuan mutu bahan pangan pada umumnya sangat tergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah rasa, warna, aroma, tekstur dan nilai gizi, namun faktor lain pertimbangan secara visual faktor warna terlebih dahulu (Winarno, 1997).

Berdasarkan hasil uji organoleptik terhadap warna minyak kelapa menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi starter, lama fermentasi, dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap warna minyak kelapa yang dihasilkan. Nilai Rata-rata uji mutu hedonik terhadap warna minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 22.

**Tabel 22. Nilai Rata-Rata Uji Mutu Hedonik Terhadap Warna Minyak Kelapa**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Konsentrasi Starter** | **Lama Fermentasi** | **Nilai Rata-rata** |
| **(10%)** | **(18 jam)** | 1,83 |
| **(24 jam)** | 1,90 |
| **(30 jam)** | 2,10 |
| **(13%)** | **(18 jam)** | 2,10 |
| **(24 jam)** | 2,37 |
| **(30 jam)** | 2,20 |
| **(15%)** | **(18 jam)** | 1,87 |
| **(24 jam)** | 2,23 |
| **(30 jam)** | 2,17 |
| **(17%)** | **(18 jam)** | 2,17 |
| **(24 jam)** | 2,00 |
| **(30 jam)** | 2,37 |
| **(19%)** | **(18 jam)** | 2,30 |
| **(24 jam)** | 2,23 |
| **(30 jam)** | 2,40 |

Hasil uji organoleptik terhadap warna minyak kelapa pada tabel di atas menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi srater dengan lama fermentasi tidak berpengaruh terhadap warna minyak kelapa yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan proses yang dilakukan tanpa pemanasan sehingga minyak yang dihasilkan berwarna bening. Pada proses fermentasi, kerja enzim dalam memecah komponen-komponen yang terdapat pada bubur daging buah kelapa terkontrol sehingga suhu dan kondisi proses dalam keadaan stabil (Sumitro, dkk., (2000).

Warna gelap pada minyak disebabkan oleh proses oksidasi terhadap tokoferol (vitamin E). Warna gelap tersebut juga dapat terjadi selama proses pengolahan dan penyimpanan. Warna pada minyak disebabkan oleh zat warna dan kotoran-kotoran lainnya. Sedangkan warna coklat disebabkan oleh pigmen coklat yang berasal dari bahan yang telah membusuk. Hal ini disebabkan karena adanya reaksi molekul karbohidrat dengan gugus pereduksi seperti aldehida serta gugus amin dari molekul protein dan disebabkan karena aktivitas enzim-enzim, seperti phenol oksidase dan polyphenol oksidase (ketaren, 2008).

4.2.3.2. Terhadap Aroma

Bahan makanan yang berasal dari sayuran maupun buah-buahan memiliki aroma yang khas sehingga aroma dapat digunkan untuk membedakan bahan makanan yang satu dengan yang lainnya. Aroma yang ada disebabkan oleh faktor lain selain bahan penyusunnya misalnya faktor pengolahan yang berbeda, maka aroma yang ditimbulkan akan berbeda pula. Aroma merupakan suatu komponen tertentu yang mengandung beberapa fungsi dalam makanan yaitu dapat memperbaiki, membuat lebih bernilai atau lebih diterima (Soekarto, 1985).

Berdasarkan hasil analisis variansi uji organoleptik terhadap aroma minyak kelapa menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi starter dan interaksi keduanya tidak berpengaruh terhadap aroma minyak kelapa namun berbeda nyata dengan lama fermentasi. Uji lanjut duncan mutu hedonik aroma minyak kelapa terhadap lama fermentasi dapat dilihat pada Tabel 23.

**Tabel 23. Pengaruh Lama Fermentasi terhadap Aroma Minyak Kelapa**

|  |  |
| --- | --- |
| **Lama Fermentasi** | **Rata-rata Nilai Aroma Minyak Kelapa (%)** |
| (18 jam) | 2,41 b |
| (24 jam) | 2,46 ab |
| (30 jam) | 1,94 a |

Hasil uji organoleptik terhadap aroma minyak kelapa pada tabel di atas menunjukan bahwa lama fermentasi berpengaruh terhadap aroma minyak kelapa yang dihasilkan. Perbedaan aroma yang dihasilkan karena minyak yang diuraikan lebih lanjut menjadi asam-asam lemak sehingga menimbulkan aroma yang tidak sesuai. Semakin lama fermentasi aroma yang ditimbulkan tidak disukai, hal ini dikarenakan proses hidrolisis minyak yang mengandung asam lemak jenuh berantai pendek sedangkan ketengikan enzimatis disebabkan oleh aktivitas organisme yang menghasilkan enzim tertentu yang dapat menguraikan trigliserida menjadi asam lemak bebas dan gliserol yang menyebabkan asam lemak yang diperoleh semakin tinggi. Aroma tidak sedap pada minyak terjadi karena terjadi proses hidrolisis dari asam lemak bebas (Fadlana, 2006 ; Ketaren, 2008).

Penilaian terhadap aroma dipengaruhi oleh fakor fisikis dan fisiologi yang menimbulkan pendapat berlainan. Aroma dan flavor pada minyak atau lemak, selain secara alami, juga terjadi karena pembentukan asam-asam yang berantai sangat pendek sebagai hasil penguraian pada kerusakan minyak atau lemak. Akan tetapi pada umumnya aroma ini disebabkan oleh komponen bukan minyak, sebagai contoh, bau khas dari minyak kelapa ditimbulkan oleh nonil metal keton (ketaren, 2008).