**Pengujian Crisp Linear Programming Pada Formulasi Substitusi Keju Natural Oleh *Rennet Casein* Dan *Minyak Sawit* Dalam Pembuatan Keju Olahan**

**Syarif Assalam\*)**

Program Studi Teknologi Pangan

Fakultas Teknik – Universitas Pasundan

**Abstrak**: Objektif dari penelitian ini adalah untuk mempelajari penerapan Crisp Linear Programming Pada Formulasi Substitusi Keju Natural Oleh Rennet Casein Dan Minyak Sawit Dalam Pembuatan Keju Olahan. Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai implementasi Crisp Linear Programming pada harga tetap untuk semua bahan baku. Metoda yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah penerapan dari Crisp Linear Programming pada harga yang konstan untuk semua bahan baku diikuti dengan pengujian kimia dan organoleptik. Hasil dari penelitian ini terlihat bahwa dari 10 formula yang disiapkan menggunakan metoda program linier, formula nomer 2 dapat diterima dengan data harga Rp. 21,073.08 dan Rp. 21,227.40. Formula nomer 2 mengandung 1.243kg keju natural-young, 0.182kg keju natural-mature, 0.057kg minyak sawit, dan 0.037kg rennet casein. Dari metoda Crisp Linear Programming pada formula 2 dari substitusi Keju Natural dilihat mengandung air 46.50%; lemak 25.50%; protein 19.50%. Dari analisa organoleptic terlihat bahwa rasa susu formula nomer 2 kurang terasa dibandingkan dengan produk standar, tektur formula nomer 2 lebih lembek dibandingkan dengan produk standar, dan rasa keju formula nomer dua kurang terasa dibandingkan dengan produk standar.

**Kata kunci :** formulasi, keju olahan

1. **PENDAHULUAN**[[1]](#footnote-1)

Keju adalah produk makanan yang bercita rasa dan bernutrisi tinggi. Keju seringkali dipakai pada program diet karena mempunyai nilai gizi yang tinggi terutama pada kandungan protein, lemak, mineral essensial, vitamin dan nutrisi lainnya. Keju dapat dibuat dari susu hewan ternak, pada umumumya dibuat dari susu sapi dengan alasan yang sederhana dimana sapi dapat menghasilkan susu lebih banyak dibandingkan dengan hewan lainnya.

Nama-nama tiap keju yang dikenal saat ini banyak diambil dari nama daerah penghasil ataupun nama komunitas tertentu. Sampai saat ini ada sekitar 400 lebih mengenai deskripsi keju natural di dunia. Keju dapat dikelompokan sebagai keju sangat keras, keju keras, keju semi lembek, keju lembek, dan keju peram dengan bantuan mikroba, jamur, mikroba permukaan atau dengan kombinasi diantaranya.

Keju natural dibuat dari dari susu penuh (*Whole milk*), dengan cara koagulasi (*curdling*), pengocokan (*stirring*), dan pemanasan dadih, dilanjutkan dengan pembuangan cairan whey dan pengepresan dadih. Aroma dan tekstur yang diinginkan pada keju dapat dilakukan dengan cara pemeraman keju dimana keju disimpan pada suhu dan waktu tertentu.

Semua produk keju pada dasarnya adalah emulsi lemak dalam air. Keju natural adalah contoh emulsi yang mendekati sempurna, distabilisasi dengan senyawa aktif permukaan alami yaitu protein keju, Ellinger [1].

Keju olahan menurut SNI tahun 1992; SNI No 01.2980 didefinisikan sebagai keju natural yang dilelehkan dengan pemanasan, penambahan pengemulsi dan atau dengan penambahan bahan lainnya yang diizinkan.

Keju mengandung fase lemak yang terdiri dari lemak dan substansi lemak terlarut serta mengandung fase air yang terdiri dari larutan yang mengandung protein terlarut (*water soluble protein*) dan mineral. Kedua fase tersebut secara alami tidak cocok tetapi dapat disatukan atau diemulsikan oleh protein aktif permukaan (*surface active-protein*). Protein aktif permukaan mudah larut dalam pada fase lemak dan fase air, Lawrence A. [2].

Struktur penting dari protein pengemulsi pada keju adalah casein atau fragmen casein. Untuk kebanyakan type casein, satu bagian akhir dari casein mengandung grup dari kalsium fosfat dan bertugas membawa semua protein esensial, sementara ujung yang lain adalah in-organik dan non polar. Ujung fosfat larut dalam air, sementara ujung organik larut pada lemak. Hal tersebut memberikan sifat-sifat emulsifikasi pada protein [1].

Sifat-sifat pengemulsi dapat dimodifikasi oleh banyak faktor diantaranya jumlah kalsium pada ujung kalsium fosfat, pH, umur pemeraman keju, dan temperatur pada saat proses pemanasan.

Ratio dari protein atau lemak pada keju olahan adalah sesuatu yang penting dalam menentukan batas mana dari tekstur produk keju olahan yang diinginkan akan tetapi tidak langsung berhubungan dengan sifat-sifat dari tekstur kejunya.

Protein emulsifikasi tidak terlalu larut dalam air, pada air murni cenderung menjadi clump dan membentuk formasi seperti pasir. Untuk keju yang normal, dimana mengandung cukup lemak dan juga air yang tersedia, sebagian dari protein akan terlarut dalam lemak dan sebagian lainnya terlarut dalam air dan produk keju yang homogen dapat dihasilkan [1].

Dalam hal keju natural kekurangan kandungan protein ataupun lemak sehingga tekstur dari keju olahan tidak sesuai yang diinginkan, maka kekurangan tersebut dapat diatasi dengan penambahan protein susu (casein) dan juga lemak hewani ataupun lemak nabati, Templeton, dkk [3]. Untuk mendapatkan manfaat dari pendekatan tersebut perlu diperhatikan juga bagaimana dalam hal penambahan garam pengemulsi dalam system emulsifikasi.

Penambahan protein dan lemak dari luar yang optimal dapat dilakukan untuk menghasilkan produk yang sesuai standar tanpa merubah harga menjadi lebih mahal. Melalui pendekatan ***Crisp Linear Programming*** suatu produk pangan berbasis formulasidapat dibuat dengan catatan bahwa harga komponen bahan baku adalah tetap. Ign. Soeharto, dkk [4].

1. **METODOLOGI**

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah Keju natural jenis *Cheddar* yang diimport dari Australia, Protein susu (*Rennet Casein*) dan Minyak Sawit. Bahan-bahan lainnya sebagai bahan penunjang adalah garam NaCl, garam pengemulsi yaitu Disodium fosfat dan Mono sodium fosfat, dan Asam laktat 88%.

Alat-alat yang digunakan terdiri dari: Mini ketel (*Universal kettle*), timbangan analitis, alat grinder, alat Gerber untuk analisa lemak, alat Buchii untuk analisa protein, komputer untuk pembuatan software formulasi.

Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan. Tahap persiapan adalah membuat program komputer berbasis solver pada program excel untuk membuat formulasi dan juga mempersiapkan bahan-bahan yang akan dipergunakan dalam membuat Keju olahan. Secara garis besar pelaksanaan percobaan ini terdiri dari: formulasi, persiapan bahan baku, penimbangan, pemasakan, dan pengemasan. Pelaksanaan percobaan sebagai berikut: Keju natural yang terdiri dari keju yang berumur masih muda dan yang sudah matang ditimbang sesuai takaran formula, lalu dihancurkan dengan alat grinder sehingga didapatkan potongan keju yang halus.

Lakukan penimbangan bahan lainnya seperti *Rennet casein*, minyak Sawit, garam NaCl, garam fosfat, asam laktat dan air sesuai takaran formulasi. Setelah semua bahan ditimbang sesuai formulasi, kemudian dimasukkan kedalam ketel universal untuk proses pemasakan, lalu nyalakan inject steam sambil dilakukan agitasi sampai didapatkan campuran keju yang leleh merata dan homogen pada kisaran suhu pemasakan 870C. Tahap berikutnya adalah pengemasan dimana keju proses yang masih leleh dikemas kedalam kemasan plastik, kemudian didinginkan sampai didapatkan keju blok yang siap saji.

Pengujian ini menggunakan metode program linier dengan tujuan mencari formulasi *Rennet casein* dan Minyak sawit yang digunakan sebagai bahan substitusi pada pembuatan Keju proses. Formulasi tersebut disesuaikan dengan standar produk keju olahan terhadap kandungan protein dan lemak yang harus ada dengan harga yang relatif murah dan dapat diterima oleh konsumen.

Pemecahan persoalan program linier untuk mencapai tujuan dari penelitian ini yaitu meliputi tahap-tahap sebagai berikut: (1) Pengumpulan data, dan (2) Permodelan program linier.

Untuk dapat membuat model program linier diperlukan beberapa data yang meliputi harga dasar bahan baku dan kebutuhan akan bahan baku.

**Tabel 1**

**Daftar bahan baku dan harga bahan pembuatan keju olahan**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Material Name** | **%Moist** | **% Lemak** | **%Prot** | **%EMS** | **% Curd** | **%Salt** | **Harga/kg** |
| **Asam Laktat** | 12.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 16,729.00 |
| **Keju Natural-Young** | 36.00 | 31.60 | 25.00 | 0.00 | 100.00 | 2.00 | 27,500.00 |
| **Keju Natural-Mature** | 36.00 | 31.60 | 25.00 | 0.00 | 100.00 | 2.00 | 28,149.00 |
| **Pewarna Natural** | 90.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 151,655.00 |
| **Garam pengemulsi (DSP)** | 22.00 | 0.00 | 0.00 | 78.00 | 0.00 | 0.00 | 5,884.00 |
| **Garam pengemulsi (MSP)** | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 7,068.00 |
| **Minyak Sawit** | 0.10 | 99.90 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 6,196.00 |
| **Protein Susu (rennet casein)** | 9.50 | 0.40 | 92.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 53,105.00 |
| **Garam NaCl** | 1.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 99.00 | 875.00 |
| **Air** | 100.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |

Sumber: suplayer bahan baku tahun 2006.

Berdasarkan data diatas, maka langkah-langkah dalam pembuatan formulasi secara model matematika mengikuti langkah sebagai berikut:

Langkah-1: penentuan variabel keputusan dimana;

x1 = jumlah keju natural; x2 = jumlah *rennet casein*; dan x3 = jumlah minyak sawit.

Langkah-2: formulasi fungsi objektif untuk meminimalisasi harga total untuk membuat 2kg keju olahan. Dalam model *Crisp Linear programming*, koefisien fungsi objektifnya adalah harga normal dari bahan baku, dengan demikian formulasinya adalah sebagai berikut:

Min z = 27500x1 + 53105x2 + 6196 x3 (1)

Dimana 27500 adalah nilai harga keju natural-*young,* 53105 adalah nilai harga *rennet casein*, dan 6196 adalah nilai harga minyak sawit

Langkah-3: Formulasi batasan

Batasan untuk standar minimum dari protein:

 (2)

Batasan untuk standar minimum dari lemak:

 (3)

batasan untuk jumlah produk keju olahan (kg) yang akan dibuat:

 (4)

batasan *non negative* untuk variabel keputusan:

 (5)

1. **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil pengujian *Crisp linear* *programming* (CLP) terhadap 10 formulasi dengan nilai batasan yang sama didapatkan adanya perbedaan diantara beberapa formula. Dari 10 formula yang disiapkan, formula No 2 dipilih sebagai formula uji untuk mengetahui pengaruh substitusi keju natural oleh *rennet casein* dan minyak sawit dalam pembuatan keju olahan.

Dipilihnya formula no 2 sebagai formula uji dengan pertimbangan bahwa dari segi kandungan protein dan lemak sebagai acuan kualitas produk berada pada rentang yang sesuai dengan produk standar (standar protein 19% - 20%, standar lemak 24% - 26%), disamping itu formula no 2 mempunyai harga yang relatif lebih murah sebesar Rp. 21,073.08 dibandingkan formula standar sebesar Rp. 22,080.79.

**Tabel 2**

**Formulasi hasil perhitungan computer untuk CLP**

****

**Tabel 3**

**Perbandingan antar formula pada CLP**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Formula No** | **Keju natural-Young (kg)** | **Keju natural- Mature (kg)** | **Minyak Sawit (kg)** | **Rennet Casein (kg)** | **Harga** |
| 1 | 0.705 | 0.182 | 0.236 | 0.194 | 18,411.37 |
| **2** | **1.243** | **0.182** | **0.057** | **0.037** | **21,073.08** |
| 3 | 1.404 | 0.182 | - | - | 22,129.68 |
| 4 | 1.401 | 0.182 | - | - | 22,100.15 |
| 5 | 1.434 | 0.182 | - | - | 22,543.41 |
| 6 | 1.418 | 0.182 | 0.008 | - | 22,353.26 |
| 7 | 1.376 | 0.182 | - | - | 21,743.77 |
| 8 | 1.084 | 0.182 | 0.097 | 0.112 | 21,027.67 |
| 9 | 1.397 | 0.182 | - | 0.028 | 22,765.68 |
| 10 | 1.418 | 0.182 | 0.002 | - | 22,332.67 |

Demikian juga ada persamaan jumlah material pensubstitusi yang ditambahkan dalam formula 2 pada CLP serta jumlahnya tidak terlalu besar dibandingkan dengan yang dikandung formula lainnya sehingga tidak akan terlalu berpengaruh terhadap kualitas produk yang dihasilkan dibandingkan dengan produk standar. Besarnya jumlah keju natural-*young* yang diganti dengan bahan pensubstitusi pada formula no 2 adalah sebesar 7.86%.

Banyak masalah dapat diatasi dengan program linier, seperti penentuan distribusi komoditi, evaluasi metoda, penentuan campuran produk yang maksimal dan lain sebagainya. Program linier adalah suatu metoda optimasi untuk menentukan sumber yang terbatas atau kapasitas dari sebuah bisnis dengan membuat sebuah objek yang nyata. [4].

Dilihat dari perbandingan jumlah kandungan % air, % lemak dan % protein pada formula 2 besarnya sama, sedangkan pada formula lainya berbeda.

**Tabel 4**

**Perbandingan kandungan (%) air, lemak dan protein antar formula**

| **Formula No** | **% Air** | **% Lemak** | **% Protein** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 47.00 | 26.00 | 20.00 |
| **2** | **46.50** | **25.50** | **19.50** |
| 3 | 46.03 | 25.18 | 19.82 |
| 4 | 46.00 | 25.14 | 19.79 |
| 5 | 45.00 | 25.65 | 20.20 |
| 6 | 45.09 | 25.81 | 20.00 |
| 7 | 47.00 | 24.74 | 19.47 |
| 8 | 46.00 | 25.00 | 21.00 |
| 9 | 45.00 | 25.08 | 21.00 |
| 10 | 45.50 | 25.49 | 20.00 |

**Pengujian organoleptik SEBAGAI SALAH SATU PROSES UJI**

Tujuan dari pengujian organoleptik dengan metode *triangle test* adalah untuk mengetahui sejauh mana panelis dapat membedakan antara produk formula 2 dengan produk standar. Pada saat pengujian, panelis yang dipakai adalah panelis terlatih sebanyak 24 orang.

**Tabel 5**

**Hasil uji Triangel test**

| **Panelist** | **ODD sampel** | **Checked sample** | **Benar atau salah** |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | 946 (Std 2) | 658 (Formula 2) | Salah |
| 2 | 946 (Std 2) | 309 (Formula 2) | Salah |
| 3 | 946 (Std 2) | 658 (Formula 2) | Salah |
| 4 | 946 (Std 2) | 658 (Formula 2) | Salah |
| 5 | 946 (Std 2) | 658 (Formula 2) | Salah |
| 6 | 946 (Std 2) | 946 (Std 2) | Benar |
| 7 | 946 (Std 2) | 309 (Formula 2) | Salah |
| 8 | 946 (Std 2) | 658 (Formula 2) | Salah |
| 9 | 946 (Std 2) | 658 (Formula 2) | Salah |
| 10 | 946 (Std 2) | 658 (Formula 2) | Salah |
| 11 | 946 (Std 2) | 658 (Formula 2) | Salah |
| 12 | 946 (Std 2) | 946 (Std 2) | Benar |
| 13 | 658 (Formula 2) | 835 (Std 1) | Salah |
| 14 | 658 (Formula 2) | 658 (Formula 2) | Benar |
| 15 | 658 (Formula 2) | 658 (Formula 2) | Benar |
| 16 | 658 (Formula 2) | 946 (Std 2) | Salah |
| 17 | 658 (Formula 2) | 946 (Std 2) | Salah |
| 18 | 658 (Formula 2) | 658 (Formula 2) | Benar |
| 19 | 658(Formula 2) | 835 (Std 1) | Salah |
| 20 | 658 (Formula 2) | 835 (Std 1) | Salah |
| 21 | 658 (Formula 2) | 946 (Std 2) | Salah |
| 22 | 658 (Formula 2) | 835 (Std 1) | Salah |
| 23 | 658 (Formula 2) | 835 (Std 1) | Salah |
| 24 | 658 (Formula 2) | 835 (Std 1) | Salah |
|  |  | Total Salah = | 19 panelis |
|  |  | Total Benar = | 5 panelis |

Untuk menentukan bahwa antara produk formula 2 dengan produk standar tidak ada perbedaan dapat dilihat dari berapa jumlah panelis yang bisa membedakan terhadap produk yang disajikan. Parameter uji pada test organoleptik ini adalah rasa secara keseluruhan, rasa kejunya, rasa susunya dan tektur dimulut.

Adapun jumlah maksimal panelis yang bisa membedakan terhadap produk untuk menentukan bahwa antara sample dengan standar tidak ada perbedaan adalah sebanyak 6 orang dari 24 panelis terlatih.

Berdasarkan pengamatan uji organoleptik yang dilakukan menunjukkan bahwa produk formula 2 dibandingkan dengan produk standar tidak terlihat adanya perbedaan yang signifikan dimana hanya 5 orang panelis yang bisa membedakan sample yang disajikan.

Dari kelima panelis yang bisa membedakan antara produk formula 2 dengan produk standar menyatakan bahwa ada perbedaan yang dapat diketahui dari:

* + 1. Rasa susu yang kuat pada produk standar dibandingkan produk formula 2.
    2. Tekstur dimulut lebih lunak untuk produk formula 2 dibandingkan produk standar.
    3. Rasa kejunya kurang kuat pada produk formula 2 dibandikan produk standar.

**3.1 Kadar protein**

Protein merupakan zat makanan yang sangat penting bagi tubuh karena zat ini disamping berfungsi sebagai bahan bakar dalam tubuh juga berfungsi sebagai zat pembangun dan pengatur. Protein adalah sumber asam-asam amino yang mengandung unsur-unsur C, H, O, dan N yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Protein dalam tubuh manusia terutama dalam sel jaringan bertindak sebagai bahan membran sel dan dapat membentuk jaringan pengikat, misalnya kolagen dan elastin. Protein dalam bahan makanan yang dikonsumsi manusia akan diserap oleh usus dalam bentuk asam amino, Winarno F. G [5].

Kasein merupakan konstituen utama berbagai tipe keju. Keju lembek mengandung air lebih banyak daripada keju keras, dan mengandung 12 - 20% protein, tergantung pada kandungan air dan lemak. Vincent L. Zehren [6].

Menurut SNI [1992] No 01.2980, Keju olahan didefinisikan sebagai Keju natural yang dilelehkan dengan pemanasan, penambahan pengemulsi dan atau dengan penambahan bahan lainnya yang diijinkan. Kasein yang ditambahkan kedalam keju olahan dapat menggantikan atau menambah protein yang berasal dari keju natural.

Ratio dari protein atau lemak pada keju olahan adalah sesuatu yang penting dalam menentukan batas mana dari tekstur produk keju olahan yang diinginkan akan tetapi tidak langsung berhubungan dengan sifat-sifat dari tekstur kejunya [2].

Protein emulsifikasi tidak terlalu larut dalam air, pada air murni cenderung menjadi *clump* dan membentuk formasi seperti pasir. Untuk keju yang normal, dimana mengandung cukup lemak dan juga air yang tersedia, sebagian dari protein akan terlarut dalam lemak dan sebagian lainnya terlarut dalam air dan produk keju yang homogen dapat dihasilkan [2]. Dari hasil analisa produk sample diperoleh kadar protein seperti pada tabel dibawah.

**Tabel 6**

**Hasil analisa kandungan Protein**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Sampel** | **Kadar Protein** |
| 1 | Produk Standar | 19.86% |
| 2 | Formula 2 | 19.62% |

Penambahan *rennet casein* kedalam keju olahan sebanyak 37gram untuk menaikan kadar protein dalam produk keju olahan sebanyak 2kg, memberikan kadar protein pada produk formula 2 sebesar 19.62% atau lebih sedikit 0.24% dibandingkan produk standar.

Secara umum kenaikan sebesar 0.24% tidak akan banyak berpengaruh terhadap kualitas produk secara keseluruhan karena nilai kadar protein sebesar 19.62% masih dalam range spesifikasi produk keju olahan yaitu 19.00%-20.00%. Pengujian kadar protein pada penelitian ini dilakukan hanya untuk melihat perbandingan kandungannya antara produk sampel dengan produk standar.

Apabila keju olahan kekurangan kandungan protein sehingga tekstur dari keju olahan tidak sesuai yang diinginkan, maka kekurangan tersebut dapat diatasi dengan penambahan protein susu (*rennet casein*) [3].

**3.2 Kadar lemak**

Lemak dan minyak adalah bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang berasal dari tumbuhan dan hewan. Lemak dan minyak yang digunakan dalam makanan sebagian besar adalah trigliserida yang merupakan ester dari gliserol dan berbagai asam lemak. Peran daripada lemak dalam makanan manusia dapat membantu memperbaiki tekstur dari bahan pangan yang diolah. Buckle K. A, dkk [7].

Menurut [8], bahwa komposisi normal susu rata-rata adalah air 87,25%, lemak 3.80%, protein 3.50%, laktosa 4.70% dan abu 0.65%.

Variasi komposisi susu ini terutama lebih bersifat kuantitas dari pada kualitas artinya susu dari sumber manapun tidak tergantung pada spesies.

Sebagian besar keju merupakan sumber yang baik akan lemak, kecuali jika dibuat dari susu skim. *Flavor* keju banyak ditentukan oleh lemak dan asam lemak, kandungan lemak keju bervariasi antara hampir tanpa lemak sampai mencapai 45%, Soeparno [8].

Dalam hal kekurangan lemak dalam keju olahan, maka kekurangan tersebut dapat diatasi dengan penambahan lemak hewani ataupun lemak nabati [3].

Lemak dan minyak terdapat hampir dalam semua bahan pangan dengan kandungan yang berbeda-beda. Tetapi lemak dan minyak seringkali ditambahkan secara sengaja kedalam bahan makanan dengan berbagai tujuan. Disamping itu penambahan lemak dimaksudkan juga untuk menambah kalori serta memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan [5].

Dari hasil analisa produk sample diperoleh kadar lemak seperti pada tabel dibawah.

**Tabel 7**

**Hasil analisa kandungan Lemak**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Sampel** | **Kadar Lemak** |
| 1 | Produk Standar | 25.23% |
| 2 | Formula 2 | 25.55% |

Penambahan minyak sawit ke dalam keju olahan sebanyak 57 gram untuk memperoleh produk keju olahan sebanyak 2 kg, memberikan dampak naiknya kadar lemak pada produk formula 2 sebesar 25.55% atau lebih banyak 0.32% dibandingkan produk standar.

Secara umum kenaikan sebesar 0.32% tidak akan banyak berpengaruh terhadap kualitas produk secara keseluruhan karena nilai kadar lemak sebesar 25.55% masih dalam range spesifikasi produk keju olahan yaitu 24.00%-26.00%. Pengujian kadar lemak pada penelitian ini dilakukan hanya untuk melihat perbandingan kandungannya antara produk sampel dengan produk standar.

**3.3 Daya leleh (*Meltability*)**

Dalam bahan makanan terdapat berbagai jenis trigliserida, dan titik leleh lemak dan minyak tidak tajam tetapi merupakan suatu kisaran suhu. Lemak dan minyak menunjukan variasi yang besar pada sifat tektur dan daya pembentuk krimnya [5].

Titik leleh asam lemak mempunyai hubungan yang erat dengan titik leleh lemak. Titik leleh lemak susu dipengaruhi oleh komposisinya seperti titik leleh olein pada 5oC, miristin pada 54oC, palmitin 61oC dan stearin 65oC. [8].

Titik leleh lemak dan minyak ditentukan oleh beberapa faktor, makin pendek rantai asam lemak maka makin rendah titik cair dari trigliserida yang terkandung dalam lemak dan minyak [7].

Pada keju olahan daya leleh produk sangat dipengaruhi oleh kandungan lemaknya disamping jenis garam pengemulsi yang dipakai. Semakin tinggi kandungan lemak dalam keju maka akan semakin cepat daya lelehnya [6].

Dari hasil test daya leleh dengan metoda Schreiber dengan pemanasan pada suhu ± 230oC selama 5 menit terlihat bahwa tidak terjadi perbedaan yang sangat signifikan secara kenampakan seperti terlihat pada gambar dibawah, bahkan produk standar terlihat sedikit lebih leleh dibandingkan produk sample. Adapun perbedaan warna yang terjadi seperti nampak pada gambar lebih disebabkan oleh suhu yang tidak merata pada saat pemanggangan dalam oven.

Suhu tinggi pada saat pemanggangan akan berdampak terhadap terjadinya reaksi browning (kecoklatan) pada keju olahan yang terjadi akibat adanya kandungan laktosa pada produk yang bereaksi dengan protein.



**Gambar 1**

**Hasil melting test metode Schreiber**

*Melting test* diperlukan untuk melihat sejauh mana produk keju olahan meleleh pada saat dipakai pada proses pengolahan lanjutan. Tingkat kelelehan produk keju olahan yang dibutuhkan sangat ditentukan oleh aplikasi lanjutan yang akan diperlakukan karena setiap aplikasi pengolahan pangan yang memerlukan keju olahan memerlukan tingkat kelelehan keju olahan yang berbeda-beda.

1. **KESIMPULAN**

Pembuatan formula produk pangan dapat dilakukan dengan menggunakan pendekatan pemrograman liner berupa pendekatan metoda ***Crisp Linear Programming*** apabila setiap harga bahan baku ditetapkan secara konstan.

Dari hasil pengolahan metoda linier program dengan 10 formula didapatkan beberapa formula yang bisa memberikan pemecahan masalah sehingga didapatkan formula yang mempunyai harga lebih murah dan masih dalam rentang spesifikasi produk yang diinginkan. Salah satu formula yang bisa dibuat diantaranya adalah formula no 2 yang dijadikan sebagai formula uji pada penelitian ini.

Hasil pengujian pada formula 2 dengan uji organoleptik *Triangel test* menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan ketika dibandingkan dengan produk standar dimana dari 24 orang panelis terlatih hanya 5 orang yang bisa membedakan antara produk sample dengan produk standar.

Hasil analisa kadar protein dan lemak menunjukan bahwa kadar protein dan lemak pada produk formula 2 masih berada dalam rentang spesifikasi produk yang diinginkan walaupun ada perbedaan bila dibandingkan dengan produk standar.

Dari pengujian daya leleh (*melting test*) dengan metoda Shcreiber menunjukan tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara produk formula 2 yang dibuat dengan produk standar.

1. **DAFTAR RUJUKAN**

[1] Ellinger, R.H (1972). *"Phosphates as Food Ingredients."* The Chemical Rubber Co., CRC Press. Cleveland. Ohio

[2] Lawrence A. Shimp. (1985). *Process Cheese Principles*: IFT New York USA

[3] Templeton, H. L. and Sommer H. H. (1932). Some Observations on Processed Cheese: J. Dairy Sci.

[4] Ign. Soeharto, Sani susanto, Padian Vasan, Dedi Suryadi, (2005). *Determining the optimal composition of Tempe ingredients by Fuzzy Linier Programming Approach*. Journal.

[5] Winarno F. G. (1992). *Kimia Pangan Dan Gizi:* PT Gramedia, Jakarta

[6] Vincent L. Zehren and Nusbaum D. D., (1992). *Process Cheese*: Madison, Wisconsin: D. Cooley & Co.Inc.

[7] Buckle K. A., Edwards R. A., Fleet G. H., Wootton M., (1987). *Ilmu Pangan*: UI Press, Jakarta

[8] Soeparno. (1994). *Prinsip Kimia dan Teknologi Susu*: PAU Pangan dan Gizi UGM-Yogyakarta.

1. syassalam@yahoo.com [↑](#footnote-ref-1)