**IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan mengenai: (4.1) Hasil Penelitian Pendahuluan, (4.2) Hasil Penelitian Utama, dan (4.3) Produk Terpilih.

**4.1. Penelitian Pendahuluan**

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk menetapkan perlakuan-perlakuan terbaik yang akan ditetapkan pada penelitian utama. Perlakuan terbaik dilakukan dengan cara menentukan suhu dan lama pengukusan singkong pada suhu 800C selama 15’ dan pada suhu 700C selama 25’, yang kemudian dilakukan penilaian berdasarkan respon organoleptik menggunakan metode hedonik oleh 15 orang panelis, untuk beras analog berbasis singkong, tepung sagu dan air sebelum dimasak terhadap warna, aroma, tekstur, dan kenampakan yang paling disukai, sedangkan setelah dimasak terhadap warna, aroma, rasa, kelengketan, dan kenampakan yang paling disukai.

4.1.1 Uji Organoleptik Penelitian Pendahuluan

Uji organoleptik yang dilakukan pada penelitian pendahuluan yaitu untuk mengetahui tingkat kesukaan panelis terhadap produk beras analog dengan perbedaan suhu dan waktu pengukusan singkong , yaitu suhu 800C selama 15’ dan pada suhu 700C selama 25’. Uji organoleptik ini dilakukan oleh 15 orang panelis untuk menilai pengaruh suhu dan waktu pengukusan singkong yang disukai yang dilihat dari hasil beras analog.

1. Warna

Berdasarkan data hasil perhitungan Anava menunjukan bahwa suhu dan lama pengukusan tidak berbeda nyata terhadap warna beras analog sebelum dan setelah dimasak sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut*.* Beras analog yang sangat disukai jika dilihat dari warna sebelum dan setelah dimasak dapat dilihat pada tabel 12.

**Tabel 12. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Hedonik Warna**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Nilai Rata-Rata** | |
| **Mentah** | **Matang** |
| A ( T = 800C, t = 15’) | 4.01a | 3.58a |
| B ( T = 700C, t = 25’) | 3.98a | 3.57a |

Berdasarkan data diatas sampel A yang disukai panelis. Perbedaan kedua perlakuan yaitu pada suhu dan waktu pengukusan singkong. Suhu dan waktu pengukusan dapat mempengaruhi warna beras analog yang dihasilkan jika perbedaan suhu dan waktu pengukusan singkong sangat jauh, sedangkan suhu dan waktu perebusan kedua perlakuan melebihi suhu gelatinisasi. Suhu dan waktu yang digunakan tidak berbeda jauh, sehingga hasil dari kedua perlakuan menunjukkan tidak berbeda nyata terhadap warna beras analog yang dihasilkan baik yang sebelum dimasak dan seteleh dimasak. Menurut winarno , 1997 suhu pada 550C – 650C merupakan suhu gelatinisasi yang sesungguhnya.

Suatu bahan yang bergizi, enak dan bertekstur baik tidak akan dimakan apabila memiliki warna yang tidak menarik dilihat atau memberi kesan lebih menyimpang dari seharusnya. Penerimaan suatu bahan berbeda-beda tergantung dari alam, geografis dan aspek sosial penerima (Winarno, 1997).

1. Aroma

Berdasarkan data hasil perhitungan Anava menunjukan bahwa suhu dan lama pengukusan tidak berbeda nyata terhadap aroma beras analog sebelum dan setelah dimasak*.* Beras analog yang sangat disukai jika dilihat dari aroma sebelum dan setelah dimasak dapat dilihat pada tabel 13.

**Tabel 13. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Hedonik Aroma**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Nilai Rata-Rata** | |
| **Mentah** | **Matang** |
| A ( T = 800C, t = 15’) | 3.80a | 3.76a |
| B ( T = 700C, t = 25’) | 3.67a | 3.69a |

Aroma terhadap kedua perlakuan menunjukan bahwa tidak berbeda nyata, hal ini disebabkan kedua perlakuan mendapatkan konsentrasi yang sama sehingga aroma kedua perlakuan tidak berbeda nyata. Suhu dan waktu pengukusan singkong mempengaruhi aroma dari beras analog yang dihasilkan karena panas dapat menghilangkan aroma khas dari bahan tersebut. Aroma yang khas dapat dirasakan oleh indera penciuman tergantung dari bahan penyusun dan bahan yang ditambahkan pada makanan tersebut. Aroma dapat ditimbulkan oleh komponen-komponen volatil, akan tetapi komponen-komponen volatil itu dapat hilang selama proses pengolahan terutama panas (Fellows, 1990).

1. Kenampakan

Berdasarkan data hasil perhitungan Anava menunjukan bahwa suhu dan lama pengukusan tidak berbeda nyata terhadap kenampakan beras analog sebelum dan setelah dimasak. Beras analog yang sangat disukai jika dilihat dari kenampakan sebelum dimasak dapat dilihat pada tabel 14.

**Tabel 14. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Hedonik Kenampakan**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Nilai Rata-Rata** | |
| **Mentah** | **Matang** |
| A ( T = 800C, t = 15’) | 3.95a | 3.59a |
| B ( T = 700C, t = 25’) | 3.92a | 3.57a |

Kenampakan beras analog sebelum dan setelah dimasak berkaitan erat dengan tekstur dan kelengketan beras analog setelah pemasakan. Tekstur pada beras analog dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat terutama pati yang terdapat pada singkong. Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, dan tekstur. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Perbandingan amilosa dan amilopektin tersebut dapat mempengaruhi tekstur dari beras analog yang dihasilkan. Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, semakin lekat nasi tersebut (Winarno, 1992).

Kenampakan suatu produk merupakan suatu hal yang perlu diperhatikan, karena kenampakan dan rasa merupakan faktor kualitas makanan yang penting sehingga dapat memberikan kepuasan kepada konsumen. Pentingnya nilai gizi biasanya ditempatkan setelah nilai kenampakan dan rasa yang sesuai dengan selera yang kita harapkan (Desrosier, 1988).

1. Tekstur

Berdasarkan data hasil perhitungan Anava menunjukan bahwa suhu dan lama pengukusan tidak berbeda nyata terhadap tekstur beras analog sebelum dimasak. Beras analog yang sangat disukai jika dilihat dari tekstur sebelum dimasak dapat dilihat pada tabel 15.

**Tabel 15. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Hedonik Tekstur**

|  |  |
| --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Nilai Rata-Rata** |
| **Mentah** |
| A ( T = 800C, t = 15’) | 3.87a |
| B ( T = 700C, t = 25’) | 3.59a |

Tekstur terhadap kedua perlakuan tidak berbeda nyata dalam hal beras analog mentah, disebabkan karena kedua perlakuan mendapatkan suhu daan waktu pengeringan yang sama pada saat perlakuan. Kadar air sangat mempengaruhi tekstur makanan yang dihasilkan, oleh sebab itu diperlukan pengeringan untuk mengatasi hal tersebut. Pengeringan mempengaruhi tekstur suatu bahan, dimana pengeringan adalah suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan atau mengeluarkan air tersebut dengan menggunakan energi panas kecepatan pengeluaran air selama pengeringan dipengaruhi oleh luas permukaan, volume, dan bentuk potongan bahan (Desrosier, 1988).

Secara umum, tekstur nasi merupakan faktor penentu utama pada tingkat penerimaan konsumen. Sifat ini dapat diukur secara objektif dengan alat seperti Instron dan Teksturometer, dan juga dengan cara inderawi yang bersifat subjektif. Sifat tekstur yang terpenting adalah indeks penerimaan yang merupakan perbandingan kelekatan dengan kekerasan (Yau dan Huang,1996, dalam Haryadi, 2006).

1. Rasa

Berdasarkan data hasil perhitungan Anava menunjukan bahwa suhu dan lama pengukusan tidak berbeda nyata terhadap rasa beras analog setelah dimasak. Beras analog yang sangat disukai jika dilihat dari tekstur sebelum dimasak dapat dilihat pada tabel 16.

**Tabel 16. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Hedonik Rasa**

|  |  |
| --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Nilai Rata-Rata** |
| **Matang** |
| A ( T = 800C, t = 15’) | 3.66a |
| B ( T = 700C, t = 25’) | 3.61a |

Rasa beras yang dihasilkan tidak berbeda nyata karena konsentrasi bahan baku dan bahan tambahan dari kedua perlakuan sama, sehingga rasa yang dihasilkan sama. Rasa suatu bahan pangan dapat berasal dari sifat bahan itu sendiri atau karena zat lain yang ditambahkan pada proses pengolahan. Umumnya bahan makanan tidak hanya terdiri dari salah satu rasa, tetapi merupakan gabungan dari berbagai macam rasa secara terpadu sehingga menimbulkan cita rasa yang utuh. Pengaturan terhadap cita rasa untuk menunjukkan penerimaan konsumen terhadap suatu makanan umumnya dilakukan dengan alat indera manusia. Bahan makanan yang akan diuji cobakan kepada beberapa panelis. Masing-masing panelis memberi nilai terhadap cita rasa bahan tersebut (Winarno,1989).

Rasa nasi ditentukan oleh nilai kepulenan dan aroma, sedangkan kepulenan sendiri ditentukan oleh sifat kekerasan dan kelengketan nasi. Kepulenan nasi memiliki korelasi negatif dengan kadar amilosa, nasi dengan kepulenan rendah selalu memiliki kadar amilosa tinggi. Rasa nasi lebih banyak ditentukan oleh kandungan amilosa daripada sifat-sifat fisik lainnya.

Semakin tinggi kandungan amilosa, nasi akan menjadi semakin keras dan rasa nasi menjadi semakin tidak enak. Beras dengan kandungan amilosa sampai 23% rasa nasinya akan enak atau sedang, dan beras dengan kandungan amilosa lebih dari 23% rasa nasinya akan sedang atau tidak enak.

Kebanyakan bahan pangan mengandung sejumlah besar bahan-bahan yang larut dalam air, seperti misalnya gula, garam-garam mineral, asam-asam organik, dan vitamin-vitamin. Kandungan bahan-bahan ini membentuk larutan pekat (mempengaruhi rasa) dalam bahan pangan dan tergantung dari besarnya kadar air yang terkandung (Syarief, 1992).

1. Kelengketan

Berdasarkan data hasil perhitungan Anava menunjukan bahwa suhu dan lama pengukusan tidak berbeda nyata terhadap rasa beras analog setelah dimasak. Beras analog yang sangat disukai jika dilihat dari tekstur sebelum dimasak dapat dilihat pada tabel 17.

**Tabel 17. Nilai Rata-Rata Hasil Uji Hedonik Kelengketan**

|  |  |
| --- | --- |
| **Kode Sampel** | **Nilai Rata-Rata** |
| **Mentah** |
| A ( T = 800C, t = 15’) | 3.43a |
| B ( T = 700C, t = 25’) | 3.39a |

Kelengketen beras analog kedua perlakuan tidak berbeda nyata karena konsentrasi bahan baku kedua perlakuan adalah sama, sehingga kadar amilosa dari kedua perlakuan hampir sama. Kadar amilosa sangat berpengaruh terhadap kelengketan beras analog yang dihasilkan setelah dimasak.

Secara fisik kekerasan nasi didefinisikan sebagai kemampuan nasi untuk menerima beban tertentu dari luar dalam waktu tertentu pula. Juliano (1994) menyebutkan bahwa kadar amilosa mempunyai korelasi negatif terhadap kelunakan dan kelengketan nasi. Kekerasan juga dipengaruhi oleh perbandingan beras dan air selama penanakan.

Selain itu, kelengketan nasi berkaitan dengan kandungan amilosa dan amilopektin. Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, semakit lekat nasi tersebut (Winarno, 1992).

Inti dari memasak beras analog adalah reaksi pati dalam air pada suhu tinggi. Granul pati menyerap air, dan mengembang ketika panas dilanjutkan. Ketika pada suhu tertentu (disebut sebagai suhu gelatinisasi) tercapai, dinding sel granul memecah dan pati menjadi kental (gelatin). Ini adalah inti yang terjadi selama proses memasak nasi (Wahyudi, 2010).

Pati dapat mengalami gelatinisasi. Gelatinisasi merupakan kondisi dimana granula pati pecah. Untuk mencapai gelatinisasi harus ada air dan suhu yang berperlakuan tergantung darimana pati tersebut berasal. Air akan masuk ke dalam granula pati, lalu granula pati akan membengkak luar biasa dan pecah. Suhu saat granula pati pecah disebut suhu gelatinisasi. Beberapa faktor lainnya yang mempengaruhi terjadinya gelatinisasi selain kadar air dan suhu adalah pH, konsentrasi pati, jenis granula, dan keheterogenan granula. Akibat dari terjadinya gelatinisasi pati akan kehilangan sifat *birefringent* (mampu merefleksikan cahaya terpolarisasi di bawah mikroskop) dan terjadinya pelarutan pati dan perubahan viskositas (Wardhana, 2010).

Berdasarkan uji organoleptik yang dilakukan oleh 15 orang panelis dan pengolahan data dengan rancangan percobaan maka didapatkan suhu dan waktu pengukusan singkong yang terbaik yang disukai panelis yaitu pada suhu pengukusan 800C selama 15’.

**4.2. Penelitian Utama**

4.2.1. Formulasi Beras Analog

Penentuan formua beras analog diperoleh dari program Win-QSB, dimana kita sudah mengetahui bahan baku yang akan dipakai, harga setiap bahan baku, dan beberapa alternative formula. Proses untuk memperoleh formula yang *visible* peneliti memasukkan beberapa formula hingga diperoleh formula beras analog yang *visible* dan harga yang lebih murah. Terdapat empat produk beras analog yang diperoleh dari empat formula yang berbeda. Faktor harga sangat penting karena berpengaruh terhadap penerimaan pasar terhadap permintaan konsumen.

Penentuan formulasi menggunakan aplikasi program linear ini, dilakukan dengan memasukkan faktor pembatas dan harga yang membatasi kandungan nutrisi produk akhir.

Formula awal yang penelitian masukan dalam program linear dapat dilihat pada lampiran 2. Formula awal yang dimasukan dalam program linear berjumlah 500 dalam persen. Hasil dari formula awal tersebut setelah dimasukkan pada program linear dan merespon dengan ditandai *The problem Has been Solved, Optimal Solution is Achieve* menandakan data tersebut sudah diterima dan hasil formula dapat dilihat pada tabel l8 dibawah ini.

**Tabel 18. Hasil Optimalisasi Formula Beras Analog**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **F** | **Bahan Baku** | **Jumlah** | | **Harga/gram (Rp)** | **Harga Total (Rp)** | **Hasil Analisis (%)** | | | |
| **%** | **Gram** |
| **Karbohidrat** | **Air** | **Protein** | **Lemak** |
| 1 | Singkong | 90 | 450 | 3 | 1350 | 63.461 | 11.204 | 8.669 | 0.698 |
| Tepung Sagu | 5 | 25 | 19.38 | 484.5 |
| Air | 5 | 25 | 3 | 75 |
| Harga per 500 gram (Rp) | | | | 1,909 |
| 2 | Singkong | 80 | 400 | 3 | 1200 | 63.883 | 10.633 | 12.982 | 0.566 |
| Tepung Sagu | 10 | 50 | 19.38 | 969 |
| Air | 10 | 50 | 3 | 150 |
| Harga per 500 gram (Rp) | | | | 2,319 |
| 3 | Singkong | 70 | 350 | 3 | 1050 | 63.565 | 11.096 | 11.544 | 0.566 |
| Tepung Sagu | 15 | 75 | 19.38 | 1453.5 |
| Air | 15 | 75 | 3 | 225 |
| Harga per 500 gram (Rp) | | | | 2,728 |
| 4 | Singkong | 60 | 300 | 3 | 900 | 63.459 | 9.816 | 12.203 | 0.433 |
| Tepung Sagu | 20 | 100 | 19.38 | 1938 |
| Air | 20 | 100 | 3 | 300 |
| Harga per 500 gram (Rp) | | | | 3,138 |

Keterangan: setiap formulasi dibedakan oleh jumlah bahan yaitu Singkong, Tepung Sagu dan Air*.* Dengan basis 500 gram tiap formulasi*.*

Data pada Tabel 18, memperlihatkan bahwa formulasi yang dihasilkan dari program linear merupakan formula optimal yang memenuhi standar pembatas yang telah ditentukan dan harga terendah.

Bahan baku singkong, tepung sagu dan air yang digunakan dibatasi dalam jumlah tertentu untuk menekan biaya produksi, selain itu beras analog yang dihasilkan karakteristiknya diharapkan dapat diterima oleh konsumen dan memenuhi standar kadar karbohidrat, air, protein dan lemak yang terkandung dalam beras analog. Batasan yang digunakan untuk menyusun fungsi atau persamaan kendala adalah jumlah singkong, tepung sagu dan air yang dicampurkan dalam pembuatan beras analog dengan pembatas menurut Standar Nasional Indonesia.

Pembatas kendala karbohidrat, air, protein dan lemak masing-masing 78,9%, 13%, 6,8% dan 0,7%. Data pada Tabel 18 menunjukkan bahwa semua formulasi *feasible* akan tetapi formulasi II yang terpilih dibandingkan dengan formulasi I, III dan IV dalam pembuatan beras analog, karena biaya produksi yang dihitung dengan program linier pada formula tersebut kedua lebih rendah dari formula I pembuatan beras analog dibandingkan dengan Formula III dan IV.

Hasil dari program linear dengan menggunakan Win-QSB dimana produk dengan formula II adalah produk dengan harga termurah kedua yaitu Rp 2,319,- per 500 gram dan dianggap sebagai produk beras analog ynag paling optimum karena ditinjau dari harga termurah kedua setelah formula I dan merupakan produk terbaik.

Tujuan dari penggunaan program linear adalah untuk menentukan formula beras analog agar dihasilkan beras analog yang sesuai dengan SNI serta dapat diterima oleh konsumen dengan harga yang relatif murah dibandingkan dengan harga yang ada di pasaran.

4.2.2. Uji Organoleptik Produk Utama

Uji organoleptik produk utama menggunakan uji mutu hedonik. Hasil dari analisis uji mutu hedonik dengan panelis 15 orang, dimana panelis yang digunakan adalah panelis terlatih.

Hasil uji mutu hedonik dapat dilihat pada Tabel 19 dibawah ini.

**Tabel 19. Hasil Uji Mutu Hedonik Produk Utama**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Kode** | **Warna** | | **Aroma** | | **Kenampakan** | | **Tekstur** | **Rasa** | **Kelengketan** |
| **Mentah** | **Matang** | **Mentah** | **Matang** | **Mentah** | **Matang** | **Mentah** | **Matang** | **Matang** |
| F1 | 3.81a | 3.43a | 3.99a | 3.87a | 4.27a | 4.71a | 4.22a | 4.29a | 4.06a |
| F2 | 4.23b | 3.73ab | 4.02ab | 4.50b | 4.71b | 4.33b | 4.44b | 4.44b | 4.41b |
| F3 | 4.31bc | 4.18bc | 4.03b | 4.30c | 4.34c | 4.42c | 4.39bc | 4.07c | 4.10c |
| F4 | 4.39c | 4.27c | 4.15c | 3.98d | 4.44c | 4.50d | 4.42c | 4.21d | 4.29c |

Berdasarkan hasil uji Duncan terhadap semua atribut baik yang matang dan yang mentah dapat disimpulkan bahwa semua sampel berbeda nyata satu sama lain. Hal ini disebabkan perbedaan konsentrasi bahan baku pada setiap fomula. Misalnya atribut warna untuk yang mentah dimana F1 berbeda dengan F2, F3 dan F4, sedangkan F2 tidak berbeda dengan F3 tetapi berbeda dengan F4, dan F3 tidak berbeda dengan F4.

Perbedaan warna setiap formula dipengaruhi konsentrasi bahan baku untuk setiap formulasi, baik singkong, tepung sagu daan air yang ditambahkan. Semakin banyak tepung sagu yang ditambahkan maka beras analog yang dihasilkan semakin putih karena tepung sagu memiliki warna putih. Sedangkan formula yang sedikit penambahan tepung sagu akan berwarna lebih kuning karena singkong yang lebih banyak berwarna kekuningan. Suhu dan waktu pengeringan mempengaruhi warna beras yang dihasilkan, jika terlalu lama pada suhu pengringan yang tinggi akan mempengaruhi warna beras menjadi lebih coklat.

Begitu juga halnya dengan aroma, kelengketan, tekstur, rasa dan kenampakan. Konsentrasi bahan baku setiap formula serta suhu dan waktu pengukusan singkong mempengaruhi aroma, kelengketan, tekstur, rasa dan kenampakan dari beras analog yang dihasilkan. Panas dapat menghilangkan aroma khas dari bahan tersebut. Aroma yang khas dapat dirasakan oleh indera penciuman tergantung dari bahan penyusun dan bahan yang ditambahkan pada makanan tersebut. Aroma dapat ditimbulkan oleh komponen-komponen volatil, akan tetapi komponen-komponen volatil itu dapat hilang selama proses pengolahan terutama panas (Fellows, 1990).

Rasa nasi ditentukan oleh nilai kepulenan dan aroma, sedangkan kepulenan sendiri ditentukan oleh sifat kekerasan dan kelengketan nasi. Kepulenan nasi memiliki korelasi negatif dengan kadar amilosa, nasi dengan kepulenan rendah selalu memiliki kadar amilosa tinggi. Rasa nasi lebih banyak ditentukan oleh kandungan amilosa daripada sifat-sifat fisik lainnya.

Kenampakan beras analog sebelum dan setelah dimasak berkaitan erat dengan tekstur dan kelengketan beras analog setelah pemasakan. Tekstur pada beras analog dipengaruhi oleh kandungan karbohidrat terutama pati yang terdapat pada singkong. Karbohidrat mempunyai peranan penting dalam menentukan karakteristik bahan makanan, misalnya rasa, warna, dan tekstur.

Selain itu, kelengketan nasi berkaitan dengan kandungan amilosa dan amilopektin. Semakin kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya, semakit lekat nasi tersebut (Winarno, 1992).

Pengeringan mempengaruhi tekstur suatu bahan, dimana pengeringan adalah suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan atau mengeluarkan air tersebut dengan menggunakan energi panas kecepatan pengeluaran air selama pengeringan dipengaruhi oleh luas permukaan, volume, dan bentuk potongan bahan (Desrosier, 1988).

Hasil nilai rata-rata uji mutu hedonik secara keseluruhan atribut dapat dilihat pada tabel 20 dibawah ini.

**Tabel 20. Hasil Nilai Rata-rata Seluruh Atribut Uji Mutu Hedonik Penelitian Utama**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **F1** | **F2** | **F3** | **F4** |
| 4.07 | 4.33 | 4.24 | 4.30 |

Gambar 8. Grafik Hasil Uji Mutu Hedonik Penelitian Utama

Berdasarkan tabel 20 dapat dilihat bahwa formula 2 secara uji organoleptik merupakan produk yang banyak disukai oleh panelis dibandingkan produk dengan formula 1, formula 3 dan formula 4.

4.2.3. Analisis Kimia Produk Utama

Analisis kimia produk utama dilakukan untuk mengetahui produk yang dihasilkan dari program linear layak atau tidak layak. Kelayakan produk yang dihasilkan dari program linear dilihat jika telah sesuia dengan pembatas yang diharapkan yaitu sesuia dengan SNI beras. Hasil analisis kimia produk utama dapat dilihat pada Tabel 21. Dibawah ini.

**Tabel 21. Hasil Analisis Kimia Produk Utama**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sampel** | | **Analisis** | | | | | | | |
| **Karbohidrat (%)** | **Air (%)** | **Protein (%)** | **Lemak (%)** | **Rata-rata** | | | |
| **KH** | **Air** | **P** | **L** |
| Formula I | F1X1 | 63.250 | 12.87 | 8.668 | 0.2 | 63.461 | 11.204 | 8.667 | 0.698 |
| F1X2 | 65.027 | 10 | 8.755 | 0.398 |
| F1X3 | 62.117 | 13.86 | 8.668 | 0.398 |
| F1X4 | 64.383 | 9.901 | 8.668 | 0.996 |
| F1X5 | 62.738 | 8.824 | 13.002 | 1.2 |
| F1X6 | 63.250 | 11.76 | 8.583 | 0.996 |
| Formula II | F2X1 | 62.738 | 9.804 | 8.755 | 0.2 | 63.883 | 10.633 | 12.982 | 0.566 |
| F2X2 | 63.883 | 10.89 | 17.337 | 0.399 |
| F2X3 | 65.027 | 9.901 | 12.875 | 0.6 |
| F2X4 | 62.738 | 11.65 | 17.337 | 0.4 |
| F2X5 | 63.883 | 11.65 | 8.583 | 1.198 |
| F2X6 | 65.027 | 9.901 | 13.002 | 0.599 |
| Formula III | F3X1 | 62.117 | 11.65 | 13.132 | 0.598 | 63.565 | 11.096 | 11.544 | 0.566 |
| F3X2 | 63.883 | 10.68 | 13.002 | 0.4 |
| F3X3 | 64.383 | 8.738 | 8.668 | 0.398 |
| F3X4 | 62.738 | 10.89 | 8.755 | 0.8 |
| F3X5 | 63.883 | 13.73 | 17.167 | 1 |
| F3X6 | 64.383 | 10.89 | 12.875 | 0.2 |
| Formula IV | F4X1 | 62.117 | 12.62 | 12.75 | 0.2 | 63.459 | 9.816 | 12.203 | 0.433 |
| F4X2 | 63.250 | 8.911 | 17.167 | 0.399 |
| F4X3 | 64.383 | 9.804 | 8.5 | 0.2 |
| F4X4 | 62.738 | 10.89 | 13.002 | 0.399 |
| F4X5 | 63.883 | 8.824 | 13.132 | 1 |
| F4X6 | 64.383 | 7.843 | 8.668 | 0.4 |

1. Karbohidrat

Pada Tabel 21 dapat dilihat bahwa rata-rata kadar karbohidrat tertinggi beras analog dengan formula 2 sebesar 63.883% sedangkan kadar karbohidrat terendah beras analog dengan formula 1 sebesar 63.461%. Hasil pengujian karbohidrat ini secara umum sudah memenuhi standar SNI yaitu karbohidrat 78.9%.Perbedaan kadar karbohidrat pada SNI dengan beras analog hasil penelitian disebabkan bahan baku yang digunakan pada pembuatan beras analog tersebut. Beras analog yang dihasilkan menggunakan singkong sebagai bahan baku dengan kadar karbohidrat sebesar 34,7 % oleh karena itu kadar karbohidrat yang dihasilkan lebih rendah dari beras asli. Kelebihan beras analog tersebut mengandung kadar serat yang lebih tinggi.

Pati adalah komponen yang paling penting dari singkong, oleh karena itu umbi akan dipanen jika kandungan patinya sudah mencapai maksimum. Kemasakan umbi berbeda-beda untuk setiap varietasnya. Setelah kandungan umbi dan pati mencapai optimum, produksi umbi turun perlahan-lahan, mulai terjadi perubahan dari pati ke serat dan kandungan pati turun dengan cepat (Barrett, dkk., 2011). Kadar pati dari singkong dapat berbeda-beda karena dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara yang terdapat di dalam tanah, kadar air tanah, curah hujan, panjang atau lamanya tanaman singkong menerima sinar matahari, frekuensi pemupukan, serta faktor-faktor lain yang mempengaruhi selama pertumbuhan singkong tersebut (Barrett, dkk., 2011).

1. Air

Pada Tabel 21 dapat dilihat bahwa kadar air tertinggi beras analog dengan formula 1 dan formula 3 sebesar 11.204% dan 11.096% sedangkan kadar air terendah beras analog dengan formula 2 dan formula 4 sebesar 10.632% dan 9.815%. Hasil pengujian air ini secara umum sudah memenuhi standar SNI yaitu air 13 %.Kadar air beras asli lebih tinggi dibandingkan dengan beras analog, hal ini dipengaruhi pada proses pengeringan beras analog yang dihasilkan sehingga beras yang dihasilkan memiliki kadar air relatif lebih rendah dibandingkan beras asli.

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen. Kadar air juga salah satu karakteristik yang sangat penting pada bahan pangan, karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur, dan cita rasa pada bahan pangan. Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan (Winarno, 1992).

1. Protein

Pada Tabel 21 dapat dilihat bahwa kadar protein tertinggi beras analog dengan formula 2 dan formula 4 sebesar 12.981% dan 12.203% sedangkan kadar protein terendah beras analog dengan formula 1 dan formula 3 sebesar 8.669% dan 11.544%. Hasil pengujian protein ini secara umum sudah memenuhi standar SNI yaitu protein 6.8 %.

Kadar protein dalam bahan pangan merupakan pertimbangan tersendiri bagi orang yang akan mengkonsumsi makanan tersebut. Sebagian orang beranggapan bahwa nilai gizi makanan yang dipertimbangkan berdasarkan kadar proteinnya. Kadar protein beras analog dapat dipengaruhi oleh bahan-bahan lain yang ditambahkan pada formulasi bahan.

Analisis kadar protein selain untuk menentukan nilai gizi beras analog, juga karena protein memiliki fungsi jika berada dalam adonan bahan makanan dapat membantu mengatur viskositas dan dapat berfungsi sebagai penunjang pada struktur adonan sehingga bila jumlah protein dalam suatu bahan pangan terlalu rendah tapi dapat memberikan struktur yang baik pada produk, karena menurut winarno (1992), protein dapat berfungsi sebagai emulsifier dan pengikat komponen-komponen adonan.

Protein mempunyai bermacam-macam fungsi bagi tubuh, yaitu sebagi enzim, pertahanan tubuh, alat pengangkut, zat pengatur pergerakan, dan lain-lain. Protein adalah sumber-sumber asam amino yang mengandung unsure C, H, O, N yang tidak dimiliki oleh lemak dan karbohidrat. Molekul dari protein mengandung pula fosfor, belerang dan ada jenis protein yang mengandung unsur logam seperti besi dan tembaga. Protein merupakan suatu contoh zat makanan yang amat penting bagi tubuh, karena zat ini selain berfungsi zat pembangun dan pengatur. Protein digunakan untuk bahan bakar apabila keperluan energi tubuh tidak terpenuhi oleh karbohidrat dan lemak (Winarno, 1992).

1. Lemak

Pada Tabel 21 dapat dilihat bahwa kadar lemak tertinggi beras analog dengan formula 1 sebesar 0.698% sedangkan kadar lemak terendah beras analog dengan formula 2, formula3 dan formula 4 sebesar 0.566%, 0.566% dan 0.433%. Hasil pengujian lemak ini secara umum sudah memenuhi standar SNI yaitu lemak 0.7 %. Kadar lemak yang dihasilkan mendekati kadar lemak beras asli. Lemak berfungsi menjaga kesehatan tubuh. Lemak yang dikandung berasal dari tumbuhan oleh sebab itu lebih kecil dibandingkan dengan lemak hewani. Lemak tidak menguap pada saat pengeringan oleh sebab itu pemanasan tidak mempengaruhi kadar lemak akan tetapi bahan baku sangat mempengaruhi kadar lemak yang dihasilkan. Lemak merupakan zat makanan yang penting untuk menjaga kesehatan tubuh. Selain itu lemak juga merupakan sumber energi yang lebih efektif disbanding dengan karbohidrat dan protein (Winarno, 1997).

5. Kadar Amilosa

Kadar amilosa adalah salah satu kriteria penting dalam sistem klasifikasi beras. Kadar amilosa beras beragam tergantung varietasnya, beras dengan varietas yang sama dapat mengandung amilosa yang beragam hingga 6 %. Berdasarkan kandungan amilosanya, beras (tidak termasuk beras ketan) dapat dibedakan menjadi beras beramilosa rendah yaitu kadar amilosa 10 – 20 %, beras beramilosa sedang yaitu mengandung 20 sampai 25 % dan beras beramilosa tinggi “beras keras” mengandung amilosa 25 sampai 33 % (Juliano *et al.*, 1994).

Penggolongan kadar amilosa didasarkan pada kemampuan amilosa untuk berasosiasi kembali dengan sesamanya membentuk struktur yang kaku. Bila pasta telah menjadi dingin, energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul amilosa untuk bersatu kembali maka terjadi proses kristalisasi pati yang telah mengalami gelatinisasi atau disebut retrogradasi (Winarno, 2008).

Hasil analisis kadar amilosa formula II dapat dilihat tabel 22. dibawah ini.

**Tabel 22. Hasil Analisis Kadar Amilosa Formula II**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **I. Standard curve Potato amylose 40 mg/100 ml** | | | | |  |  |
|  |  |  |  | |  | | --- | |  | |  |  |
|  | No.Ur. | Constr. | Abs 620 nm |  |  |  |
|  | 1 | 0.4 | 0.105 |  |  |  |
|  | 2 | 0.8 | 0.208 |  |  |  |
|  | 3 | 1.2 | 0.310 |  |  |  |
|  | 4 | 1.6 | 0.417 |  |  |  |
|  | 5 | 2.0 | 0.525 |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| **No** | **Kode Sampel** | **Ulangan** | **Abs 620** | **% amilosa pd lar uji** | **Pengencer** | **% Amylosa** |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | F 2 | I | 0.322 | 1.234083111 | 20 | 24.6817 |
|  |  | II | 0.326 | 1.249332825 | 20 | 24.9867 |
|  |  | III | 0.322 | 1.234083111 | 20 | 24.6817 |
|  |  | **R** |  |  |  | **24.8342** |
|  |  |  |  |  |  |  |

Berdasarkan hasil analisis kadar amilosa beras analog formula II mengandung kadar amilosa sebesar 24.834%. Beras analog formulasi II tergolong kadar amilosa sedang (20-25%), Kadar amilosa sedang memiliki karakteristik tekstur nasi sedang atau pulen, dimana nasi yang dihasilkan tidak cepat mengeras ketika menjadi dingin. Rasio Beras: Air adalah 1 : 1,7, dimana tingkat kematangan sempurna. Beras dengan kadar amilosa sedang lebih banyak diminati oleh konsumen dari beberapa daerah di Indonesia. Menurut Haryadi (2006), Beras dengan kandungan amilosa yang tinggi cenderung menyerap air lebih banyak bila ditanak dan mengembang lebih besar sehingga warnanya lebih putih, biasanya digunakan untuk membuat bihun (Haryadi, 2006). Semakin tinggi kandungan amilosanya, nasi semakin kurang lekat dan semakin keras (Juliano, 1994).

6. Kadar Amilopektin

Amilopektin merupakan fraksi utama pada beras, dimana amilopektin merupakan molekul raksasa dan mudah ditemukan karena menjadi satu dari dua senyawa penyusun pati, bersama-sama dengan amilosa. Walaupun tersusun dari monomer yang sama, amilopektin berbeda dengan amilosa, yang terlihat dari karakteristik fisiknya. Secara struktural, amilopektin terbentuk dari rantai glukosa yang terikat dengan ikatan 1,6-glikosidik, sama dengan amilosa. Namun demikian, pada amilopektin terbentuk cabang-cabang (sekitar tiap 20 mata rantai glukosa) dengan ikatan 1,4-glikosidik.

Amilopektin dapat diketahui jika kadar pati dan kadar amilosa sudah diketahui. Berdasarkan hasil analisis kadar pati formula II sebesar 63.883% dan kadar amilosa sebesar 24.834% maka dapat diketahui kadar amilopektin selisih dari kadar pati ddengan kadar amilosa yaitu sebesar 39.049%..

Mutu tanak dan rasa nasi terutama dipengaruhi oleh perbandingan kandungan amilosa dan amilopektin. Kandungan amilosa berkaitan dengan jumlah penyerapan air dan pengembangan volume nasi pada saat penanakan. Semakin tinggi kandungan amilosa nasi semakin kurang lekat dan keras (Juliano, 1994). Lain halnya dengan beras ketan yang hampir sama sekali tidak mengandung amilosa (hampir seluruh pati yang terkandung terdiri atas amilopektin), apabila ditanak bersifat sangat lekat, lunak, basah, mengkilap, padar, kurang menyerap air, dan kurang mengembang (Haryadi, 2006).

* + 1. Penentuan Produk Terpilih

Penentuan produk terbaik dilakukan berdasarkan uji organoleptik terhadap beras analog dengan parameter warna, aroma, kenampakan, tekstur, rasa dan kelengketan serta hasil analisis biaya dengan menggunakan program linear, yaitu beras analog dengan formula 2.

Beras analog yang bermutu baik adalah produk beras analog yang telah memenuhi standar mutu secara kimia dan secara organoleptik beras analog harus kompak, keras serta rasa dan aromanya yang baik sesuai dengan bahan baku yyang digunakan (Koapaha, 2011).

**Tabel 23. Hasil Analisis Komposisi Zat Gizi Pembuatan Beras Analog Formula Terpilih Beras Analog**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Komposisi** | **Formula Terpilih Beras Analog** | | |
| **SNI (%)** | **Formula 2(%)** | **Harga/500 gram** |
| Karbohidrat | 78,9 | 63.883 | Rp **2,319** |
| Air | 13 | 10.633 |
| Protein | 6.8 | 12.981 |
| Lemak | 0.7 | 0.565 |

Produk terpilih hasil program linear menunjukkan bahwa beras analog dengan formula 2 mempunyai harga lebih rendah kedua setelah formula 1 yaitu Rp 2,319per gram bahan baku dibandingkan formula 3 dan formula 4. Harga tersebut merupakan harga yang terjangkau oleh masyarakat dari segi ekonomi dan dibandingkan dengan harga beras yang ada dipasaran sangat jauh.

Produk hasil uji organoleptik juga hasilnya sama dengan program linear yaitu beras analog dengan formula 2 lebih banyak disukai oleh panelis dalam hal aroma, kenampakan, rasa, tekstur dan kelengketan. Hasil dari pengujian organoleptik ini digunakan sebagai bantuan untuk mendukung data hasil dari program linear sehingga menghasilkan hasil optimal.

Berdasarkan hasil program linear diperoleh kandungan nutrisi beras analog terpilih dengan formula 2 mengandung karbohidrat sebesar 181% dan 306% air, 5.03% protein dan 1.58% lemak. Sedangkan berdasarkan hasil analisis kimia produk beras analog berbeda hasilnya, yaitu mengandung karbohidrat 63.883%, air 10.633%, protein 12.981% dan lemak 0.566%.

Perbedaan hasil antara program linear dengan hasil analisis langsung dapat disebabkan karena program linear hanya merupakan acuan sebagai perhitungan secara komputer sedangkan pada analisis langsung produk beras analog sudah mengalami beberapa perlakuan yang dapat menyebabkan hasil dari analisis karbohidrat, air, protein dan lemak akan meningkat atau menurun.