

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Bab ini akan dijelaskan hasil dan pembahasan dari penelitian Tahap I dan Tahap II. Tahap I membahas tentang hasil penentuan masing-masing level faktor konsentrasi ekstrak ikan asap lais, bumbu dan dekstrin sebagai desain eksperimen *Box-Behnken*. Tahap II terdiri atas analisa masing-masing respon (daya larut, viskositas, kadar air, kadar lemak, aroma dan rasa) berdasarkan interaksi beberapa formula yang telah ditentukan dengan program *Design Expert 10.0.7.0*, optimasi kondisi formula, verifikasi kondisi formula optimum serta analisa senyawa volatil pasta perisa alami ikan asap lais. Hasil Tahap I dan Tahap II akan dibahas sebagai berikut.

4.1 Analisa Tahap I : Penentuan Titik Tengah Faktor

Desain eksperimen Statistik *Box-Behnken* merupakan metode permukaan respon untuk mengetahui pengaruh suatu faktor pada fungsi respon. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan pasta perisa ikan asap lais adalah konsentrasi ekstrak ikan asap, konsentrasi bumbu, dan konsentrasi bahan pengikat (dekstrin). Pada Tahap I ditentukan titik tengah konsentrasi masing-masing faktor berdasarkan kriteria pasta perisa yang baik.

4.1.1 Penentuan Konsentrasi Ekstrak Ikan Asap

Perlakuan yang dicobakan untuk menentukan konsentrasi ekstrak ikan asap adalah 10%, 20%, 30% dan 40% yang ditambahkan pada bumbu 70% dan dekstrin 5%. Masing-masing perlakuan tersebut kemudian diuji daya larut, kadar lemak, daya terima dan teksturnya. Hasil uji masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 1. Hasil uji penentuan titik tengah faktor konsentrasi ekstrak ikan asap

Faktor	Perlakuan	Daya Larut	Kadar Air	Daya Terima	Tekstur
Ekstrak Ikan Asap	10%	89,9%	11,2%	Agak suka	Tidak lengket
	20%	94,2%	19,6%	Agak suka	Tidak Lengket
	30%	95,4%	23,4%	Suka	Tidak Lengket
	40%	96,5%	30,6%	Suka	Lengket

Berdasarkan hasil uji dalam penentuan titik tengah ekstrak ikan asap pada Tabel 9 dapat diketahui bahwa daya larut didapatkan 89,9 - 96,5% sudah memenuhi kriteria pasta perisa dengan daya larut terbaik adalah perlakuan ekstrak ikan asap 40% sebesar 96,5%. Kadar air didapatkan 11,2% - 30% sudah memenuhi kriteria pasta perisa menurut Malawat (2013), namun kadar air yang mendekati sampel kontrol 24,23% adalah perlakuan ekstrak ikan asap 30% sebesar 23,4%. Walaupun daya larut berada satu tingkat dibawah perlakuan ekstrak ikan asap 40%, ekstrak ikan asap dengan perlakuan 30% masih masuk dalam kriteria daya larut menurut Mulyadi *et al.* (2013) yaitu 95,4%. Selain itu, juga memiliki daya terima yang disukai dan tekstur yang tidak lengket. Oleh karena itu, dapat ditentukan nilai titik tengah faktor konsentrasi ekstrak ikan lais adalah 30%.

4.1.2 Penentuan Konsentrasi Bumbu

Penentuan titik tengah konsentrasi bumbu dilakukan dengan mencobakan bumbu konsentrasi 50%, 69%, 70%, dan 80% dengan dektrin 5% dan hasil konsentrasi faktor ekstrak ikan asap yang telah ditentukan yaitu 30%. Masing-masing perlakuan tersebut kemudian diuji daya larut, kadar lemak, daya terima dan teksturnya. Hasil uji masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 2. Hasil uji penentuan titik tengah faktor konsentrasi bumbu

Faktor	Perlakuan	Daya Larut	Kadar Air	Daya Terima	Tekstur
Bumbu	50%	96,3%	27,1%	Tidak suka	Agak cair, lengket
	60%	95,4%	26,6%	Agak suka	Tidak lengket
	70%	94,2%	23,2%	Suka	Tidak lengket
	80%	94,1%	19,7%	Suka	Tidak lengket

Hasil uji penentuan titik tengah faktor konsentrasi bumbu yang dapat dilihat pada Tabel 10 diketahui daya larut 94,1 – 96,3 % sudah memenuhi kriteria pasta perisa menurut Mulyadi *et al.* (2013) dengan daya larut tertinggi pada penambahan bumbu 50% sebesar 96,3%. Namun, pada perlakuan tersebut daya terima produk adalah tidak disukai dan memiliki tekstur agak cair dan lengket. Jika dilihat dari kadar air yang diperoleh berkisar antara 19,7 – 27,1% menunjukkan sudah memenuhi dalam kriteria pasta perisa menurut Malawat (2013) sedangkan hasil kadar air yang mendekati sampel kontrol 24,23 % adalah konsentrasi bumbu 70% sebesar 23,2%. Pada konsentrasi bumbu 70% memiliki daya larut 94,2%, kesan daya terima yang disukai serta tekstur yang tidak lengket. Oleh karena itu, dapat ditentukan bahwa titik tengah faktor konsentrasi bumbu adalah 70%.

4.1.3 Penentuan Konsentrasi Dekstrin

Penentuan titik tengah konsentrasi bumbu dilakukan dengan mencobakan dekstrin konsentrasi 1%, 3% dan 5% dengan penambahan hasil konsentrasi faktor ekstrak ikan asap dan bumbu yang telah ditentukan yaitu 30% dan 70%. Masing-masing perlakuan tersebut kemudian diuji daya larut, kadar lemak, daya terima dan teksturnya. Hasil uji masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 3. Hasil uji penentuan titik tengah faktor konsentrasi dekstrin

Faktor	Perlakuan	Daya larut	Kadar air	Daya terima	Tekstur
Dekstrin	1%	94,1%	18,9%	Agak suka	Agak tidak lengket
	3%	94,7%	19,8%	Agak suka	Tidak lengket
	5%	94,8%	22,5%	suka	Tidak lengket

Pada Tabel 11 dapat diketahui bahwa faktor konsentrasi dekstrin 5% memiliki nilai daya larut 94,1% - 94,8% yang sudah memenuhi kriteria pasta perisa menurut Mulyadi *et al.* (2013), dengan hasil tertinggi 94,8% pada

perlakuan dekstrin 5%. Kadar air berkisar antara 18,9% – 22,5% yang sudah memenuhi kriteria pasta perisa menurut Malawat (2013) sedangkan hasil yang paling mendekati sampel control 24,23% adalah pada perlakuan dekstrin 5% dengan nilai 22,5%. Perlakuan dekstrin 5% memiliki karakter yang disukai dan tekstur yang tidak lengket. Dengan demikian ditentukan titik tengah faktor konsentrasi dektrin adalah 5%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa titik tengah yang digunakan untuk menentukan batas atas dan batas bawah adalah konsentrasi ekstrak ikan asap 30%, bumbu 70% dan dekstrin 5%.

4.2 Tahap II

4.2.1 Penentuan Batas *Box-Behnken*

Desain eksperimen menggunakan *Respon Surface Methodology Box-Behnken* tujuannya untuk menentukan titik optimal respon terhadap faktor dengan bantuan *Software Design Expert* Versi 10.0.7.0. Sebelumnya telah ditetapkan tiga faktor (variabel bebas) meliputi konsentrasi ekstrak ikan asap lais (A) 30%, konsentrasi bumbu (B) 70%, dan konsentrasi dekstrin (C) 5%. Variabel respon (Y) dalam penelitian ini adalah daya larut (Y1), viskositas (Y2), kadar air (Y3), kadar lemak (Y5). Berdasarkan tiga faktor ditentukan nilai-nilai tiap level untuk menentukan batas minimum dan maksimum perlakuan pada setiap faktor dapat dilihat pada Tabel 12. Masing-masing faktor terdiri dari 3 level dengan rentang tertentu. Level setiap faktor untuk menentukan nilai batas bawah (-1) dan nilai batas atas (+1), sisanya sebagai nilai tengah (0) merupakan rata-rata dari nilai (-1) dan (+1) untuk masing-masing faktor (Bakti, 2012). Desain eksperimen ditetapkan dengan *Software Design Expert* 10.0.7.0. terdapat pada Tabel 6.

Tabel 4. Penentuan level batas *Box-Behnken*

Komponen	Faktor	Unit	Minimum	Titik Tengah	Maksimum
A	Ekstrak ikan asap	%	25	30	35
B	Bumbu	%	65	70	75
C	Dekstrin	%	3	5	7

Pada Tabel 12 dapat dilihat bahwa batas bawah yang digunakan pada faktor ekstrak ikan asap adalah 25% dan batas atas yaitu 35%. Pada faktor konsentrasi bumbu ditetapkan batas bawah adalah 65% dan batas atas yaitu 75%. Sedangkan batas bawah dan batas atas faktor konsentrasi dekstrin masing-masing 3% dan 7%.

4.2.2 Optimasi Formula Respon

Hasil pengukuran pengaruh kondisi proses pembuatan pasta perisa alami ikan asap lais berdasarkan desain eksperimen formula yang telah ditentukan *Design Expert* 10.0.7.0 terhadap respon daya larut, viskositas, kadar air, kadar lemak, aroma, dan rasa dapat dilihat pada Tabel 13.

Tabel 5. Hasil Formulasi dan Respon

Formula	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
1	25	65	5	3,16	3,32	91,35	10,0	9590,33	15,59*
2	35	65	5	3,12	3,28	90,65	11,1	8691,21	24,37
3	25	75	5	2,80	3,20	92,17	11,6	10660,3*	23,67
4	35	75	5	3,08	3,20	88,72	13,9*	9562,11	20,55
5	25	70	3	3,12	3,24	92,51	10,3	9693,17	19,63
6	35	70	3	3,36	3,28	91,35	12,4	8974,76	20,91
7	25	70	7	3,28	3,40	94,35*	10,6	10551,8	16,12
8	35	70	7	3,40	3,12	90,73	13,2	9242,14	20,48
9	30	65	3	3,32	3,32	88,73	10,5	8859,89	16,88
10	30	75	3	2,96	3,04	90,10	12,9	9791,06	21,59
11	30	65	7	3,24	3,12	93,01	10,8	9260,45	17,96
12	30	75	7	3,20	3,28	90,09	13,0	10550,1	17,17
13	30	70	5	3,44*	3,48*	93,81	13,4	8779,71	21,82

Keterangan: X1= faktor ekstrak ikan asap
X2= faktor bumbu
X3= faktor dekstrin
Y1= Respon Aroma
Y2= Respon Rasa

Y3= Respon Daya Larut
Y4= Respon Kadar Lemak
Y5= Respon Viskositas
Y6= Respon Kadar air
* = nilai terbaik

Hasil formulasi respon pada Tabel 13 didapatkan bahwa nilai respon aroma (Y1) yang terbentuk pada proses ini berkisar antara 2,80 – 3,44, rasa (Y2) antara 3,04 – 3,48, daya larut (Y3) antara 88,72% – 94,35%, kadar lemak (Y4) antara 10,0% - 13,9%, viskositas (Y5) antara 8691,21cP – 10.660,32cP, dan kadar air (Y6) antara 15,59% - 24,37%

Nilai tertinggi aroma (3,44) dan rasa (3,48) adalah diperoleh pada kombinasi formula ekstrak ikan asap 30%, bumbu 70% dan dekstrin 5%. Nilai tertinggi daya larut (94,35%) diperoleh dari formula konsentrasi ekstrak ikan asap 25%, bumbu 70% dan dekstrin 7%. Nilai tertinggi lemak (13,9) diperoleh pada kombinasi formula ekstrak ikan asap 35%, bumbu 75% dan dekstrin 5%. Nilai tertinggi viskositas (10.660,32cP) diperoleh dari kombinasi formula konsentrasi ekstrak ikan asap 35%, bumbu 65% dan dekstrin 5%. Sedangkan nilai kadar air terendah (15,59%) diperoleh dari kombinasi formula konsentrasi ekstrak ikan asap 25%, bumbu 65% dan dekstrin 5%.

Untuk mendapatkan respon daya larut, viskositas, kadar air, kadar lemak, aroma dan rasa optimal maka dilakukan evaluasi data dari ketiga faktor konsentrasi ekstrak ikan asap, bumbu dan dekstrin secara bersamaan menggunakan RSM seperti terlihat pada Tabel 14.

Tabel 6. Analisis Model untuk Respon Kondisi Proses Pembuatan Pasta Perisa Alami Ikan Asap Lias

Respon	Model	Persamaan Matematika	Signifikan (P<0,05)	R ²
Aroma	Kuadratik	$Y = 3,44 + 0,0750A - 0,1B + 0,045C + 0,08AB - 0,03AC + 0,08BC - 0,145A^2 - 0,255B^2 - 0,005C^2$	0,0018	0,9949
Rasa	Kuadratik	$Y = 3,48 - 0,035A - 0,04B + 0,005C + 0,01AB - 0,08AC + 0,11BC - 0,08A^2 - 0,15B^2 - 0,14C^2$	0,0385	0,9649
Daya Larut	Kuadratik	$Y = 93,81 - 1,12A - 0,3303B + 0,6870C - 0,6870AB - 0,6154AC - 1,07BC - 0,6647A^2 - 2,42B^2 - 0,9057C^2$	0,0391	0,9672
Kadar Lemak	Kuadratik	$Y = 13,40 + 1,01A + 1,12B + 0,1875C + 0,30AB + 0,125AC - 0,050BC - 0,9625A^2 - 0,7875B^2 - 0,81C^2$	0,0454	0,9874
Viskositas	Kuadratik	$Y = 8779,71 - 503,18A + 520,21B + 285,71C - 49,77AB - 147,82AC + 89,62BC + 423,19A^2 + 423,09B^2 + 412,57 C^2$	0,0032	0,9982
Kadar Air	Kuadratik	$Y = 21,82 + 1,41A - 1,02B - 0,91C - 2,97AB + 0,77AC - 1,37BC + 0,055A^2 - 0,83B^2 - 2,59C^2$	0,0003	0,9994

Hasil analisis ragam (ANOVA) Tabel 14 menunjukkan bahwa model yang terpilih untuk respon aroma, rasa, daya larut, kadar lemak, viskositas, dan kadar air adalah kuadratik (*quadratic model*), karena model ini yang memiliki nilai R^2 yang tertinggi dibandingkan dengan model yang lain yaitu aroma 0,9949, rasa 0,9649, daya larut 0,9672, kadar lemak 0,9874, viskositas 0,9982, dan kadar air 0,9994. Selain itu, model ini signifikan dengan nilai p lebih kecil dari 0,05 yaitu aroma 0,018, rasa 0,0385, daya larut 0,0391, kadar lemak 0,0454, viskositas 0,0032, dan kadar air 0,0003. Hasil ANOVA juga menunjukkan bahwa masing-masing komponen yaitu konsentrasi ekstrak ikan asap, bumbu dan dekstrin berpengaruh (signifikan) terhadap respon daya larut, viskositas, kadar air, kadar lemak.

4.2.3 Analisa Respon

4.2.3.1 Respon Aroma

Aroma merupakan salah satu parameter yang menjadi daya tarik sendiri dalam menentukan tingkat penerimaan konsumen terhadap produk berdasarkan kekhasan aroma yang ditimbulkan. Kelezatan suatu makanan sangat ditentukan oleh faktor aroma. Aroma lebih banyak berhubungan dengan panca indra pembau. Bau dapat dikenali bila terbentuk uap dan molekul-molekul komponen bau yang menyentuh silia sel olfaktori (Winarno, 2002). Persamaan RSM untuk optimasi kondisi proses pembuatan pasta perisa alami ikan asap terhadap respon aroma adalah sebagai berikut:

$$\text{Aroma } Y = 3,44 + 0,0750A - 0,1B + 0,045C + 0,08AB - 0,03AC + 0,08BC - 0,145A^2 - 0,255B^2 - 0,005C^2$$

Keterangan = A : Ekstrak Ikan Asap Lais,
 B : Bumbu,
 C : Dekstrin

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa respon aroma akan meningkat berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi ekstrak ikan asap dan dekstrin,

interaksi antara konsentrasi ekstrak ikan asap dengan bumbu, serta interaksi antara konsentrasi bumbu dan dekstrin yang ditunjukkan dengan nilai konstanta positif. Respon aroma akan menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi bumbu, interaksi antara ekstrak ikan asap dengan dekstrin, dan interaksi antar ekstrak ikan asap, bumbu maupun dekstrin. Hal ini ditunjukkan dengan nilai konstanta yang negatif. Aroma khas ikan asap semakin terasa dengan seiring penambahan ikan asap menunjukkan lebih disukai oleh panelis karena adanya senyawa volatil yang dikandungnya. Menurut Darniadi *et al.* (2011), bahwa penambahan dekstrin berguna untuk mencegah terjadinya kerusakan dan melapisi komponen-komponen volatil dari proses pemanasan.

Data respon aroma menunjukkan menyebar normal karena nilai aktual dan nilai prediksi mendekati garis normal pada grafik kenormalan residual respon aroma yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Grafik *contour plot* respon aroma yang dapat dilihat pada Lampiran 8, menunjukkan bagaimana kombinasi antar komponen saling mempengaruhi nilai respon aroma. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai aroma terendah, yaitu 2,8. Warna merah menunjukkan respon aroma tertinggi, yaitu 3,44. Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon aroma yang sama. Bentuk permukaan dari hubungan interaksi ini dapat dilihat lebih jelas pada grafik tiga dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 4.

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

aroma

● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

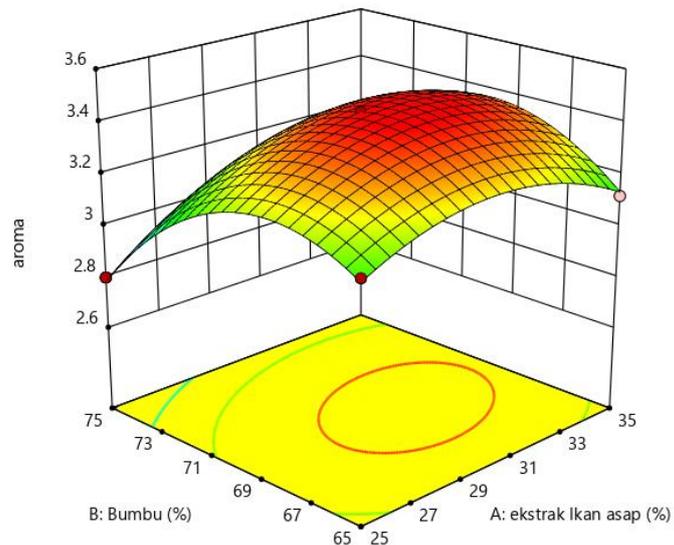
2.8  3.44

X1 = A: ekstrak Ikan asap

X2 = B: Bumbu

Actual Factor

C: dekstrin = 5



Gambar 1. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Respon Aroma

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan model yang digunakan adalah kuadratik. Hal diatas menunjukkan keterkaitan ketiga faktor yaitu bumbu, ikan asap dan dekstrin. Respon aroma tertinggi pada konsentrasi ekstrak ikan asap 30%, bumbu 70% dan dekstrin 5%. Kombinasi formula tersebut diduga sudah berada pada titik optimal sehingga aroma akan menurun ketika perbandingan konsentrasi lebih tinggi atau lebih rendah dari ekstrak ikan asap 30%, bumbu 70% dan dekstrin 5%. Hal ini dikarenakan komponen volatil dari ekstrak ikan asap lais tidak tertutupi oleh aroma bumbu. Selain itu Keberadaan dektrin di dalam produk pasta perisa ikan asap lais berperan untuk melindungi komponen aroma (volatil) dari bumbu dan ekstrak ikan asap lais yang peka terhadap proses pemanasan. Menurut Kasworo (2017), minyak atsiri atau minyak esensial adalah fraksi volatil yang diperoleh dari proses destilasi rempah-rempah dan bagian tanaman lain. Ikan asap lais memiliki aroma khas yang disebabkan oleh komponen asap karbonil dan fenol yang bereaksi dengan komponen protein

pada daging ikan (Sitompul *et al.*, 2007). Hal ini sesuai dengan pendapat Darniadi *et al.* (2011), bahwa penambahan dekstrin 5% berguna untuk mencegah terjadinya kerusakan dan melapisi komponen-komponen volatil dari proses pemanasan.

4.2.3.2 Respon Rasa

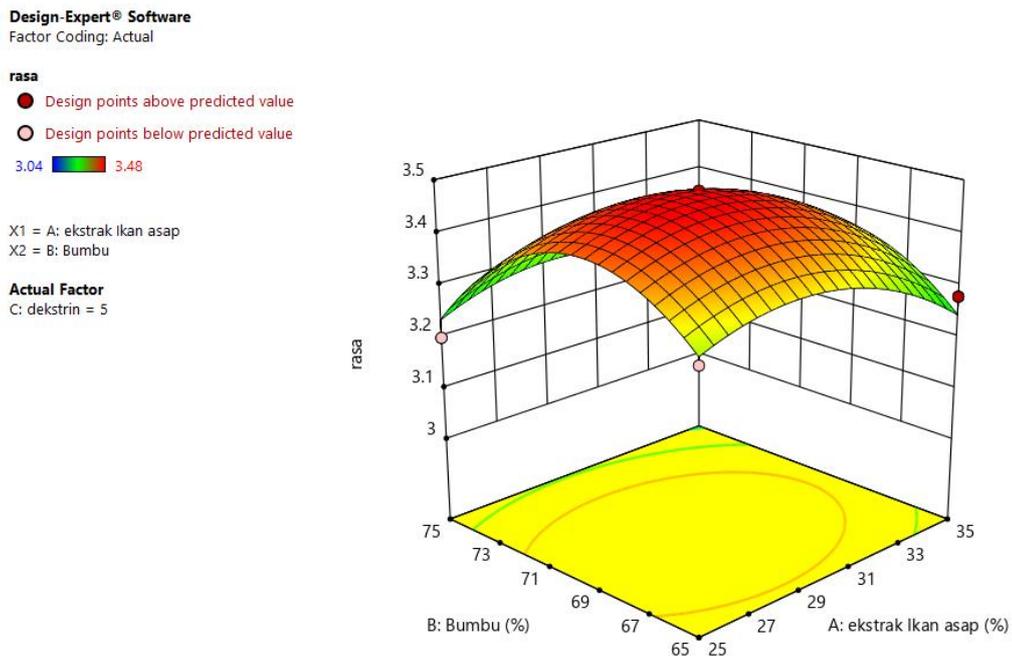
Rasa adalah respon lidah terhadap rangsangan yang diberikan oleh suatu bahan makanan. Rasa merupakan faktor penting untuk menentukan daya terima konsumen terhadap suatu produk makanan. Penerimaan konsumen terhadap rasa dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain senyawa kimia, suhu, konsistensi dan intraksi dengan komponen lain (Winarno, 2002). Persamaan RSM untuk optimasi kondisi proses pembuatan pasta perisa alami ikan asap terhadap respon rasa adalah sebagai berikut:

$$\text{Rasa } Y = 3,48 - 0,035A - 0,04B + 0,005C + 0,01AB - 0,08AC + 0,11BC - 0,08A^2 - 0,15B^2 - 0,14C^2$$

Keterangan = A : Ekstrak Ikan Asap Lais,
B : Bumbu,
C : Dekstrin

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa respon rasa akan meningkat berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi dektrin dan interaksi bumbu dan dektrin yang ditunjukkan dengan nilai konstanta positif. Hal ini dikarenakan semakin meningkatnya bumbu akan meningkatkan jumlah senyawa cita rasa yang kemudian diikat oleh dektrin. Semakin bertambahnya dektrin akan semakin banyak senyawa cita rasa yang terikat oleh dektrin sehingga cita rasa terlindungi hingga saat dilarutkan. Respon rasa akan menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi ikan asap yang ditunjukkan dengan nilai konstanta negatif. Hal ini diduga karena rempah-rempah dikenal sebagai bahan pemberi rasa (Koswara, 2007) dan dektrin sebagai pembawa bahan pangan yang aktif pada rempah-rempah (Dewi, 2000).

Data respon rasa menunjukkan menyebar normal karena nilai aktual dan nilai prediksi mendekati garis normal pada grafik kenormalan residual respon rasa yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Grafik *contour plot* respon rasa yang dapat dilihat pada Lampiran 8, menunjukkan bagaimana kombinasi antar komponen saling mempengaruhi nilai respon rasa. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai rasa terendah, yaitu 3,04. Warna merah menunjukkan respon rasa tertinggi, yaitu 3,48. Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon rasa yang sama. Bentuk permukaan dari hubungan interaksi ini dapat dilihat lebih jelas pada grafik tiga dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 2. Grafik tiga dimensi hasil uji respon rasa

Berdasarkan Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai rasa tertinggi pada konsentrasi ekstrak ikan asap 30%, bumbu 70% dan dekstrin 5. Kombinasi formula tersebut diduga sudah berada pada titik optimal sehingga respon rasa

akan menurun ketika perbandingan konsentrasi lebih tinggi atau lebih rendah dari ekstrak ikan asap 30%, bumbu 70% dan dektrin 50%. Hal ini karena keberadaan bumbu 70% yang terdiri dari garam, gula dan rempah-rempah yang memberikan cita rasa yang kuat. Ekstrak Ikan asap 30% yang memiliki cita rasa khas akibat proses penggaraman dan pengasapan serta komponen asam lemak dari ikan lais. Dektrin 5% mampu mengikat dan melindungi senyawa-senyawa cita rasa secara optimal. Bumbu rempah-rempah dikenal sebagai pemberi cita rasa yang mengandung aromatis misalnya oleoresin atau mintak atsiri yang sering digunakan dalam industri pangan pada produk olahan daging, ikan dan hasil laut lainnya, roti, saus dan lain-lain (Koswara, 2017). Senyawa cita rasa khas ikan asap lais dipengaruhi oleh proses pengolahan yang menambahkan proses penggaraman yang membuat ikan asap memiliki cita rasa yang khas yang juga dipengaruhi oleh proses pengasapan dengan adanya komponen fenol serta asam lemak (Ma'ruf *et al.*, 2015). Dektrin juga digunakan sebagai pembawa bahan pangan yang aktif seperti bahan *flavor*, pewarna, dan rempah, yang memerlukan sifat mudah melarut ketika ditambahkan air (Dewi, 2000).

4.2.3.3 Respon Daya Larut

Daya larut merupakan salah satu parameter yang penting untuk diketahui karena berhubungan kemampuan kecepatan pasta perisa alami ikan asap lais untuk larut dalam masakan. Persamaan RSM untuk optimasi kondisi proses pembuatan pasta perisa alami ikan asap lais terhadap respon daya larut adalah sebagai berikut:

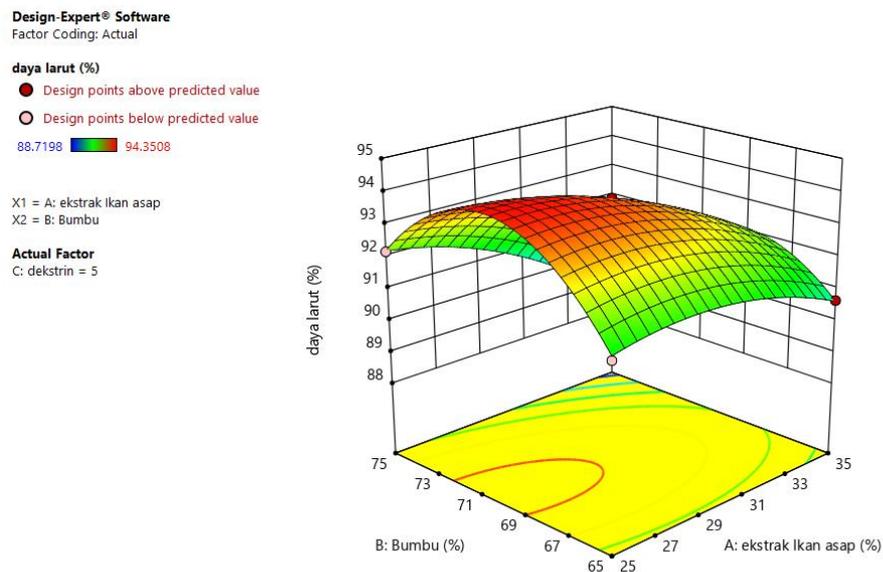
$$\text{Daya Larut } Y = 93,81 - 1,12A - 0,3303B + 0,6870C - 0,6870AB - 0,6154AC - 1,07BC - 0,6647A^2 - 2,42B^2 - 0,9057C^2$$

Keterangan = A : Ekstrak Ikan Asap Lais,
B : Bumbu,
C : Dektrin

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa respon daya larut akan meningkat berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi dekstrin yang ditunjukkan dengan nilai konstanta yang positif. Hal ini dikarenakan dekstrin dengan belum mencapai jenuh ketika dilarutkan dalam air. Semakin tinggi dekstrin akan mudah larut selama konsentrasi yang ditambahkan belum mencapai batas larutan jenuh yang akan menghasilkan padatan tidak larut. Respon daya larut akan menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak ikan asap, bumbu, interaksi antara konsentrasi ekstrak ikan asap dengan bumbu, konsentrasi ekstrak ikan asap dengan dekstrin, konsentrasi bumbu dengan dekstrin, dan interaksi antar konsentrasi ekstrak ikan asap, antar konsentrasi bumbu serta antar konsentrasi dekstrin yang ditunjukkan dengan nilai konstanta yang negatif. Hal ini diduga karena adanya interaksi molekul-molekul zat terlarut antara ekstrak ikan asap, bumbu maupun dekstrin seiring dengan penambahannya akan mencapai batas kelarutan. Menurut Sukardjo (1997), kelarutan dari suatu zat dalam suatu pelarut adalah banyaknya suatu zat dapat larut secara maksimum dalam suatu pelarut pada kondisi tertentu. Bila batas kelarutan tercapai, maka zat yang dilarutkan itu dalam batas kesetimbangan, artinya bila zat terlarut ditambah, maka akan terjadi larutan jenuh, bila zat yang dilarutkan dikurangi, akan terjadi larutan yang belum jenuh. Larutan tak jenuh yaitu larutan yang mengandung solute (zat terlarut) kurang dari yang diperlukan untuk membuat larutan jenuh atau larutan yang partikel – partikelnya tidak tepat habis bereaksi dengan pereaksi.

Data respon daya larut menunjukkan menyebar normal karena nilai aktual dan nilai prediksi mendekati garis normal pada grafik plot kenormalan residual respon daya larut yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Hal ini berarti bahwa hasil aktual akan mendekati hasil yang diprediksikan oleh Program Design Expert (Kumari *et al.*, 2008). Grafik *contour plot* yang dapat dilihat pada Lampiran 8,

menunjukkan kombinasi antar komponen saling mempengaruhi nilai respon daya larut. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai daya larut. Warna biru menunjukkan nilai respon daya larut terendah, yaitu 88,72%. Warna merah menunjukkan respon daya larut tertinggi, yaitu 94,35%. Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon daya larut yang sama. Bentuk permukaan dari hubungan interaksi antar komponen ini dapat dilihat lebih jelas pada grafik tiga dimensi (*3D Surface*) yang ditunjukkan pada Gambar 6. Secara keseluruhan kisaran nilai daya larut pasta perisa alami ikan asap yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai daya larut perisa (Mulyadi et al., 2013) yaitu 75,67%.



Gambar 3. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Respon Daya larut

Berdasarkan Gambar 6 menunjukkan bahwa bentuk grafik tiga dimensi daya larut adalah cembung. Hal ini berarti kondisi optimum daya larut adalah maksimum. Nilai daya larut tertinggi 94,35% pada konsentrasi ekstrak ikan asap 25%, bumbu 70% dan dekstrin 7. Penggunaan kombinasi formula tersebut sudah berada pada titik optimal sehingga daya larut akan menurun ketika perbandingan

konsentrasinya ikan asap diatas 25%, bumbu diatas atau dibawah 70%, dan dekstrin lebih rendah dari 7%. Interaksi konsentrasi ekstrak ikan asap, bumbu, dan dekstrin tersebut akan menghasilkan kondisi daya larut optimal diduga karena jumlah padatan tidak larut yang dihasilkan rendah. Menurut *Gultom et al.* (2014), semakin banyak molekul – molekul kecil akan berpengaruh dalam kelarutan dalam air. Kelarutan menunjukkan banyaknya bagian dari suatu produk yang dapat larut dalam suatu pelarut dengan volume tertentu (*Nurdin et al.*, 2009).

4.2.3.4 Respon Kadar Lemak

Kadar lemak merupakan salah satu parameter yang penting untuk diketahui karena berhubungan dengan kekhasan aroma ikan asap lais pada pasta peris alami ikan asap lais. Persamaan RSM untuk optimasi kondisi proses pembuatan pasta perisa alami ikan asap lais terhadap respon kadar lemak adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar Lemak: } Y = 13,40 + 1,01A + 1,12B + 0,1875C + 0,30AB + 0,125AC - 0,050BC - 0,9625A^2 - 0,7875B^2 - 0,81C^2$$

Keterangan = A : Ekstrak Ikan Asap Lais,
B : Bumbu,
C : Dekstrin

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa respon kadar lemak akan meningkat berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi ekstrak ikan asap, bumbu, dekstrin, interaksi antara konsentrasi ekstrak ikan asap dengan bumbu, serta interaksi antara konsentrasi ekstrak ikan asap dengan dekstrin yang ditunjukkan dengan nilai konstantan yang positif. Hal ini diduga karena ekstrak ikan asap memiliki kadar lemak yang cukup tinggi sehingga semakin tinggi konsentrasi ekstrak ikan semakin tinggi kadar lemak ikan. Menurut *Tharise et al.* (2014), kadar lemak yang terkandung dalam produk akhir dipengaruhi oleh kadar lemak pada bahan penyusunnya. Respon kadar lemak akan mengalami

penurunan seiring dengan peningkatan interaksi antar konsentrasi ekstrak ikan asap, antar konsentrasi bumbu dan antar konsentrasi dekstrin. Hal ini ditunjukkan dengan nilai konstanta yang negatif. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar dekstrin yang ditambahkan akan semakin banyak lemak yang terperangkap dalam dekstrin yang sering digunakan sebagai *fat replacer*. Dekstrin memiliki karakteristik memiliki daya ikat yang cukup kuat sehingga banyak dimanfaatkan sebagai matrik pembawa pada komponen aktif pada farmasi dan *flavor* untuk makanan. Dekstrin memiliki struktur yang lebih sederhana, sehingga dapat pula dijadikan alternatif komponen *fat replacer* (Herawati, 2011).

Data respon kadar lemak menunjukkan menyebar normal karena nilai aktual dan nilai prediksi mendekati garis normal pada grafik plot kenormalan residual respon kadar lemak yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Grafik *contour plot* respon kadar lemak yang dapat dilihat pada Lampiran 8, menunjukkan kombinasi antara komponen yang saling mempengaruhi terhadap nilai respon kadar lemak, melalui warna-warna yang berbeda. Warna biru menunjukkan nilai terendah respon kadar lemak yaitu 10,0% sedangkan warna merah menunjukkan nilai tertinggi respon kadar lemak yaitu 13,9%. Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* merupakan kombinasi antara tiga komponen formula kondisi proses pengolahan dengan proporsi berbeda yang menghasilkan nilai respon kadar lemak yang sama. Grafik tiga dimensi (3-D) pada Gambar 7 merupakan bentuk permukaan dari interaksi antar komponen formula kondisi proses pengolahan.

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

kadar lemak (%)

● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

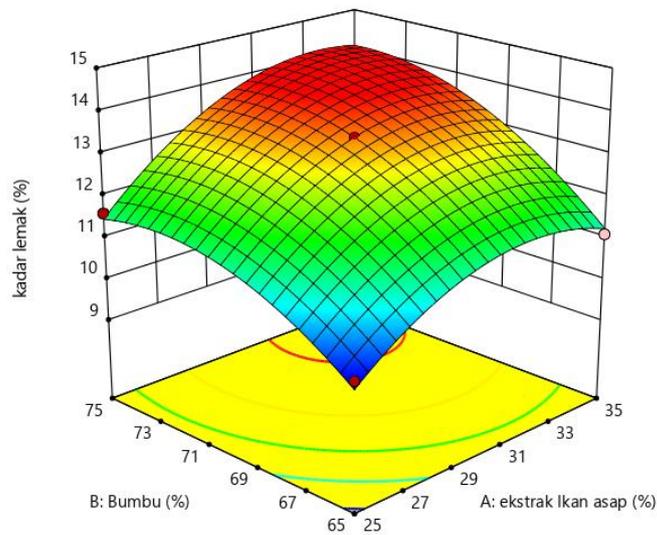
10  13.9

X1 = A: ekstrak ikan asap

X2 = B: Bumbu

Actual Factor

C: dekstrin = 5



Gambar 4. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Respon Kadar Lemak

Berdasarkan Gambar 7 menunjukkan bentuk grafik tiga dimensi kadar lemak adalah cembung atau cekung ke atas. Hal ini berarti kondisi optimum kadar lemak adalah maksimum. Nilai kadar lemak tertinggi pada konsentrasi ekstrak ikan asap 35%, bumbu 75% dan dekstrin 5%. Kombinasi formula tersebut sudah berada pada titik optimal sehingga kadar lemak akan menurun ketika perbandingan konsentrasinya ikan asap dibawah 35%, bumbu dibawah 75%, dan dekstrin diatas 5%. Kadar lemak optimum diduga karena bahan ekstrak ikan asap lais serta bumbu yang tinggi yang diikat oleh dekstrin dengan baik sehingga tidak banyak komponen lemak yang terdekomposisi menjadi senyawa sekunder akibat proses pemanasan. Namun seiring dengan penambahan konsentrasi dekstrin akan menyebabkan kadar lemak menurun dikarenakan dektrin bersifat *fat replacer*. Menurut Tharise *et al.* (2014), Kadar lemak yang terkandung dalam produk akhir dipengaruhi oleh kadar lemak pada bahan penyusunnya. Menurut Pratama (2011), ikan salai memiliki permukaan daging paling berminyak dan mengkilap dibandingkan dengan ikan asap lainnya

seperti ikan pei, ikan kayu, dan ikan fufu. Kandungan lemak bumbu yang dipakai yaitu bawang merah bubuk 0,7%, bawang putih 0,3%, dan bubuk lada 6,8%. Kandungan lemak ikan asap lais adalah 2,36% (Gulton *et al.*, 2015). Dekstrin memiliki karakteristik memiliki daya ikat yang cukup kuat sehingga banyak dimanfaatkan sebagai matrik pembawa pada komponen aktif pada farmasi dan *flavor* untuk makanan. Dekstrin memiliki struktur yang lebih sederhana, sehingga dapat pula dijadikan alternatif komponen *fat replacer* (Herawati, 2011).

4.2.3.5 Respon Viskositas

Viskositas atau tingkat kekentalan merupakan salah satu faktor yang memegang peran penting dalam terbentuknya pasta perisa alami ikan asap lais. Persamaan RSM untuk optimasi kondisi proses pembuatan pasta perisa alami ikan asap terhadap respon viskositas adalah sebagai berikut:

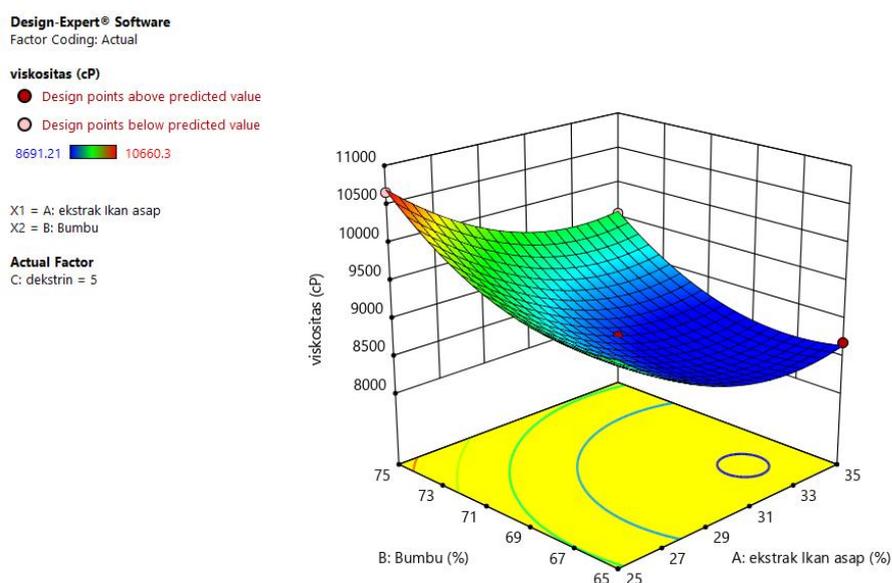
$$\text{Viskositas } Y = 8779,71 - 503,18A + 520,22B + 285,71C - 49,77AB - 147,82AC + 89,62BC + 423,19A^2 + 423,09B^2 + 412,57 C^2$$

Keterangan = A : Ekstrak Ikan Asap Lais,
B : Bumbu,
C : Dekstrin

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa respon viskositas akan meningkat berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi bumbu dan dekstrin, interaksi antara konsentrasi bumbu dan dekstrin, interaksi antar konsentrasi ekstrak ikan asap, bumbu dan dekstrin yang ditunjukkan dengan nilai konstanta yang positif. Hal ini diduga karena adanya interaksi gaya tarik antar molekul bumbu dan dekstrin bersifat higroskopis terhadap ekstrak ikan asap yang dalam jumlah semakin tinggi akan menyebabkan pasta semakin kental. Respon viskositas akan menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak ikan asap, interaksi antara konsentrasi ekstrak ikan asap dan bumbu, serta interaksi antara konsentrasi ekstrak ikan asap dan bumbu yang ditunjukkan dengan nilai konstanta yang negatif. Hal ini diduga karena ekstrak ikan asap

yang tinggi tidak dapat diserat oleh molekul bumbu dan dektrin sehingga menurunkan nilai viskositas. Menurut Apriani *et al.* (2013), Gaya tarik antar molekul yang besar dalam cairan menghasilkan viskositas yang tinggi. Molekul tersebut memiliki sifat higroskopis yaitu kemampuan untuk menyerap air yang ada dilingkungannya.

Data respon viskositas menunjukkan menyebar normal karena nilai aktual dan nilai prediksi mendekati garis normal pada Grafik Normal Plot of Residuals yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Grafik *contour plot* respon viskositas yang dapat dilihat pada Lampiran 8, menunjukkan bagaimana kombinasi antar komponen saling mempengaruhi nilai respon viskositas. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai viskositas terendah, yaitu 8691,21cP. Warna merah menunjukkan respon viskositas tertinggi, yaitu 10660,32cP. Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon viskositas yang sama. Bentuk permukaan dari hubungan interaksi ini dapat dilihat lebih jelas pada grafik tiga dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 5. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Respon Viskositas

Berdasarkan Gambar 8 menunjukkan grafik tersebut membentuk cekungan yang diketahui bahwa kondisi tersebut adalah optimum minimum. Kondisi optimum (minimum) untuk viskositas yaitu 8691,21cP pada konsentrasi ekstrak ikan asap 25%, bumbu 65% dan dekstrin 5%. Penggunaan kombinasi formula tersebut sudah berada pada titik optimal sehingga ketika perbandingan konsentrasinya ikan asap diatas 25%, bumbu diatas 65%, dan dekstrin diatas 5% nilai viskositas akan meningkat. Hal ini diduga karena adanya interaksi dari ketiga faktor yaitu gaya tarik molekul bumbu dan dekstrin yang belum cukup untuk mengikat lebih banyak molekul air dalam ekstrak ikan asap lais yang menyebabkan menurunnya viskositas. Menurut Apriani *et al.* (2013), suhu pengolahan, gaya tarik antar molekul dan ukuran serta jumlah molekul terlarut menjadi beberapa faktor yang mempengaruhi besarnya viskositas.

4.2.3.6 Respon Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu faktor yang memegang peran dalam terbentuknya pasta perisa alami Ikan asap lais yang berkaitan dengan kekentalan berdasarkan kandungan airnya. Persamaan RSM untuk optimasi kondisi proses pembuatan pasta perisa alami ikan asap terhadap respon kadar air adalah sebagai berikut:

$$\text{Kadar Air } Y = 21,82 + 0,596A - 0,462B - 0,324C - 0,085AB - 0,192AC + 0,12BC - 0,151A^2 - 0,0587B^2 - 0,1913C^2$$

Keterangan = A : Ekstrak Ikan Asap Lais,
 B : Bumbu,
 C : Dekstrin

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa respon kadar air akan meningkat berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi ekstrak ikan asap dan interaksi antara konsentrasi bumbu dan dekstrin yang ditunjukkan dengan nilai konstanta positif. Hal ini dikarenakan ekstrak ikan asap yang tidak berinteraksi dengan bumbu dan dektrin akan sulit terlepas ketika terjadi

pengeringan sehingga kadar air akan meningkat. Respon kadar air akan menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi bumbu dan dekstrin, interaksi antara konsentrasi ekstrak ikan asap dan bumbu, interaksi antara konsentrasi ikan asap dengan dekstrin, serta interaksi antar konsentrasi ekstrak ikan asap, bumbu dan dekstrin yang ditunjukkan dengan nilai konstanta negatif. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi dekstrin semakin banyak air yang diserap dan semakin banyak pula air yang diuapkan sehingga kadar air bahan semakin menurun. Menurut Wulansari *et al.* (2010), dekstrin bersifat higroskopis yaitu dapat menyerap air dalam bahan namun meskipun dapat menyerap air, ketika dilakukan pengeringan air yang diserap dekstrin tersebut akan terlepas.

Data respon kadar air menunjukkan menyebar normal karena nilai aktual dan nilai prediksi mendekati garis normal pada Grafik Normal Plot of Residuals yang dapat dilihat pada Lampiran 7. Grafik *contour plot* respon kadar air yang dapat dilihat pada Lampiran 8, menunjukkan bagaimana kombinasi antar komponen saling mempengaruhi nilai respon kadar air. Warna-warna yang berbeda pada grafik *contour plot* menunjukkan nilai kadar air terendah, yaitu 15,59%. Warna merah menunjukkan respon kadar air tertinggi, yaitu 24,37%. Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafik *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga komponen dengan jumlah berbeda yang menghasilkan respon kadar air yang sama. Bentuk permukaan dari hubungan interaksi ini dapat dilihat lebih jelas pada grafik tiga dimensi yang ditunjukkan pada Gambar 9.

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

kadar air (%)

● Design points above predicted value

○ Design points below predicted value

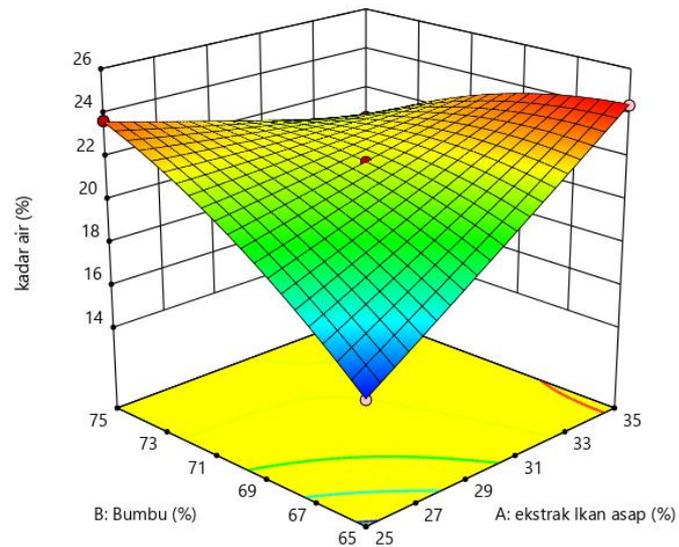
15.59  24.37

X1 = A: ekstrak Ikan asap

X2 = B: Bumbu

Actual Factor

C: dekstrin = 5



Gambar 6. Grafik Tiga Dimensi Hasil Uji Respon Kadar Air

Berdasarkan Gambar 9 menunjukkan grafik tersebut membentuk cekungan yang diketahui bahwa kondisi tersebut adalah optimum minimum. Nilai kadar air minimum adalah 15,59 pada konsentrasi ekstrak ikan asap 25%, bumbu 75% dan dekstrin 5%. Kombinasi formula tersebut sudah berada pada titik optimal sehingga kadar air akan menurun ketika perbandingan konsentrasinya ikan asap diatas 25%, bumbu dibawah 75%, atau dekstrin diatas 5%. Hal ini diduga karena adanya interaksi antara bumbu dan dekstrin yang bersifat higroskopis terhadap ekstrak ikan asap lais sehingga pada saat dilakukan pengovenan air yang terserap terlepas yang menyebabkan kadar air rendah. Menurut Wulansari *et al.* (2010), dekstrin bersifat higroskopis yaitu dapat menyerap air dalam bahan namun meskipun dapat menyerap air, ketika dilakukan pengeringan air yang diserap dekstrin tersebut akan terlepas. Oleh karena itu semakin tinggi konsentrasi dekstrin semakin banyak air yang diserap

dan semakin banyak pula air yang diuapkan sehingga kadar air bahan semakin menurun.

4.2.4 Optimasi Kondisi Proses Pembuatan Pasta Perisa Alami Ikan Asap Lais

Optimasi dilakukan setelah didapatkan model matematika untuk masing-masing respon. Optimasi dilakukan untuk mendapatkan respon yang sesuai dengan yang diinginkan (*desirability*). Tujuan dari optimasi untuk meminimumkan usaha atau biaya operasional dan memaksimalkan yang diinginkan. Program *Design Expert* 10.0.7.0 akan memberikan solusi sesuai dengan kriteria yang diinginkan berdasarkan model matematika yang telah diketahui dari masing-masing respon. Kriteria yang diinginkan dapat dilihat pada Tabel 15 berikut ini.

Tabel 7. Kriteria Optimasi Respon Kondisi Proses

Komponen Respon	Target	Batas Bawah	Batas Atas
Ekstrak ikan asap (%)	<i>In range</i>	25	35
Bumbu (%)	<i>In range</i>	65	75
Dekstrin (%)	<i>In range</i>	3	7
Aroma	Maksimal	2,8	3,44
Rasa	Maksimal	3,04	3,48
Daya Larut (%)	Maksimal	88,72	94,35
Kadar Lemak (%)	Maksimal	10	13,9
Viskositas (cP)	<i>In range</i>	8691,21	10660,3
Kadar Air (%)	Maksimal	15,59	24,37

Konsentrasi ekstrak ikan asap, bumbu dan dektrin merupakan komponen yang dioptimalkan dengan kisaran batas bawah dan batas atas seperti pada Tabel 15. Konsentrasi yang digunakan pada ekstrak ikan asap, bumbu, dan dektrin akan mempengaruhi kualitas pasta perisa alami ikan asap lais yang dihasilkan. Respon daya larut merupakan respon yang dioptimalkan dengan target maksimal yang menunjukkan kecepatan pasta perisa untuk larut dan meminimalisir gumpalan. Respon viskositas dioptimalkan dengan kriteria *in range* karena pada tahap formulasi bentuk pasta hampir seluruhnya sesuai yang

diinginkan. Begitu pula pada respon kadar lemak, aroma dan rasa ditargetkan pada kondisi maksimal untuk mendapatkan cita rasa khas ikan asap. Sedangkan respon kadar air merupakan respon yang dioptimalkan dengan target maksimal untuk memperoleh tampilan pasta yang mendekati kadar air sampel kontrol yaitu $\pm 24,23\%$. Dari kriteria tersebut program *Design Expert* 10.0.7.0 memberikan 2 solusi yang mendekati target tersebut dan dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 8. Solusi Optimasi

No.	Ekstrak Ikan Asap	Bumbu	Dekstrin	Aroma	Rasa	Daya Larut	Kadar Lemak	Viskositas	Kadar Air	Desirability
1	30.700	70.393	5.039	3.440	3.470	93.600	13.613	8765.965	22.043	0.896 Selected
2.	30.740	70.403	5.036	3.440	3.469	93.586	13.621	8763.617	22.055	0.896

Berdasarkan proses optimasi dengan program *Design Expert 10.0.7.0* dipilih solusi formula optimum dengan desirability mendekati 1 atau yang tertinggi yaitu konsentrasi ekstrak ikan asap 30,7%, konsentrasi bumbu 70,393%, dan konsentrasi dekstrin 5,039% dengan nilai *desirability* 0,896 akan menghasilkan pasta perisa alami ikan asap lais yang memiliki daya larut, viskositas, kadar air, kadar lemak, aroma (cukup kuat) dan rasa (cukup sedap).

Gambar 10 dan 11 menjelaskan hasil optimasi dalam bentuk *contour* (2D) dan *3D Surface*. *Contour plot* merupakan gambaran dua dimensi dari respon yang disajikan dengan menggunakan model prediksi untuk nilai respon daya larut, viskositas, kadar air, kadar lemak, aroma dan rasa. Garis-garis yang terdiri atas titik-titik pada grafi *contour plot* menunjukkan kombinasi dari ketiga faktor dengan jumlah berbeda yang menghasilkan nilai *desirability* tertentu yang sama. Titik prediksi pada gambar tersebut menunjukkan kombinasi antara konsentrasi ekstrak ikan asap 30,7%, konsentrasi bumbu 70,393%, dan konsentrasi dekstrin 5,039% yang menghasilkan nilai *desirability* sebesar 0,896. Grafik tiga dimensi (*3D Surface*) menunjukkan proyeksi dari grafik *contour plot*. Area yang rendah

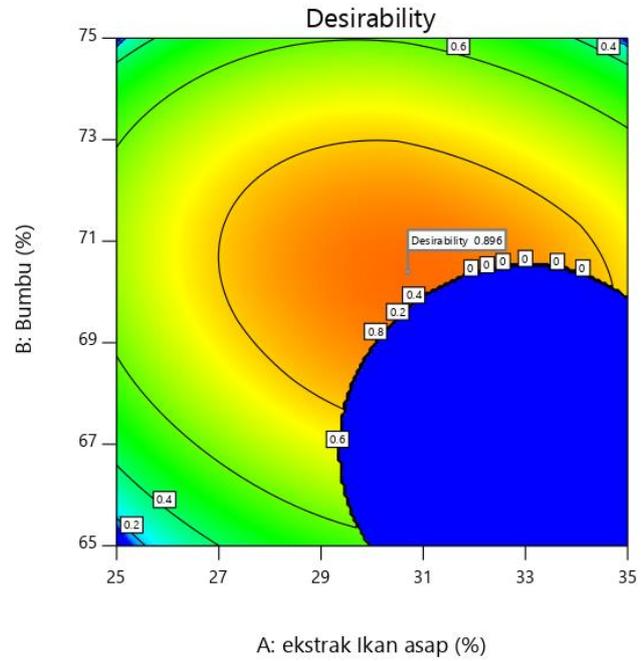
pada grafik tiga dimensi menunjukkan nilai yang rendah, sedangkan area yang tinggi menunjukkan nilai *desirability* yang tinggi.

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Desirability
0.000 1.000

X1 = A: ekstrak Ikan asap
X2 = B: Bumbu

Actual Factor
C: dekstrin = 5.03901



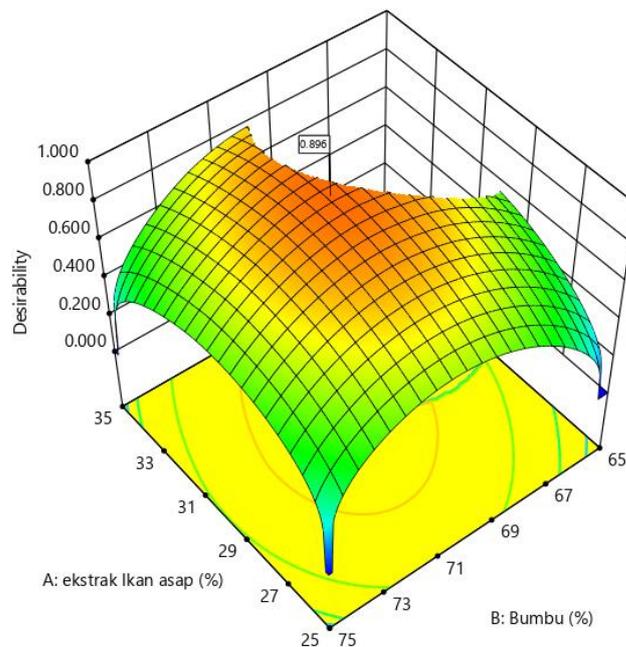
Gambar 7. Grafik *contour plot* nilai *desirability* formula optimum

Design-Expert® Software
Factor Coding: Actual

Desirability
0.000 1.000

X1 = A: ekstrak Ikan asap
X2 = B: Bumbu

Actual Factor
C: dekstrin = 5.03901



Gambar 8. Grafik *3D Surface* nilai *desirability* formula optimum

4.2.5 Verifikasi Solusi Formula Optimum

Pada hasil verifikasi kondisi optimum yang disarankan oleh program *Design Expert 10.0.7.0* dengan *RSM-Box-Behnken*, diperoleh pasta perisa alami ikan asap lais dengan aroma 3,33, rasa 3,44, daya larut 92,78%, kadar lemak 12,88%, viskositas 8834,5cP, dan kadar air 21,78%. Dibandingkan dengan nilai yang diprediksikan, maka nilai hasil verifikasi berada di kisaran *95% PI low* dan *95% PI high*. Hal ini berarti kondisi proses pengolahan untuk memperoleh pasta perisa alami ikan asap lais dengan daya larut, kadar lemak, aroma dan rasa maksimum, dan viskositas serta kadar air yang minimum, cukup konsisten (Noordin *et al.*, 2004).

Tabel 9. Prediksi dan hasil verifikasi nilai respon solusi formula optimum hasil optimasi dengan program *Design Expert 10.0.7.0*.

Respon	Prediksi	Verifikasi	95% CI Low	95% CI high	95% PI low	95% PI high
Aroma	3,44	3,33	3,35876	3,52124	3,32445	3,55555
Rasa	3,46957	3,44	3,32886	3,61027	3,26943	3,6697
Daya larut (%)	93,60	92,78	91,58	95,62	90,73	96,47
Kadar lemak (%)	13,6133	12,88	12,6564	14,5702	12,2523	14,9744
Viskositas (cP)	8766,09	8834,5	8583,94	8948,24	8507,01	9025,18
Kadar air (%)	22,0425	21,78	21,5994	22,4855	21,4122	22,6727

Untuk mendapatkan pasta perisa ikan asap lais yang terbaik dapat digunakan formula optimum pasta perisa alami ikan asap lais yang disarankan berdasarkan program *Design Expert 10.0.7.0* adalah konsentrasi ekstrak ikan asap 30,7%, konsentrasi bumbu 70,393%, dan konsentrasi dekstrin 5,039% dengan nilai *desirability* 0,896. Formula optimum tersebut akan menghasilkan pasta perisa alami ikan asap lais dengan aroma 3,33 (cukup sedap), rasa 3,44

(cukup enak), daya larut 92,78%, kadar lemak 12,88%, viskositas 8834,5cP, dan kadar air 21,78% secara konsisten.

4.3 Senyawa Volatil

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terhadap 13 kombinasi formulasi diperoleh formulasi yang disarankan *Design Expert 10.0.7.0* yaitu konsentrasi ekstrak ikan asap 30,7%, konsentrasi bumbu 70,393%, dan konsentrasi dekstrin 5,039%. Formulasi optimum tersebut dianalisa senyawa volatilnya dengan GCMS dan membandingkannya dengan senyawa volatil yang berasal dari proses pengasapan serta bahan baku ikan asap untuk mengetahui senyawa volatil yang berkontribusi dalam pasta perisa alami ikan asap lais.

Hasil analisa GCMS produk pasta perisa alami ikan asap lais terdeteksi terdapat 22 senyawa dengan waktu retensi 5,14 hingga 29,48 menit. Senyawa yang memiliki indeks kemiripan diatas 80 adalah sebagai berikut.

Tabel 10. Senyawa volatil pasta perisa alami ikan asap lais

No.	Waktu Retensi (menit)	% Area	Berat Molekul	Rumus Molekul	Indeks Kemiripan	Nama senyawa
1.	5,14	1,18	96,1271	C ₆ H ₈ O	80	<i>2,5-Dimethylfuran</i>
2.	7,80	6,20	144,1253	C ₆ H ₈ O ₄	87	<i>2,3-Dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one</i>
3.	8,30	2,25	110,1106	C ₆ H ₆ O ₂	86	<i>1,2-Benzenediol</i>
4.	8,50	25,01	126,1100	C ₆ H ₆ O ₃	91	<i>2-Furancarboxaldehyde</i>
5.	9,56	2,05	154,1632	C ₈ H ₁₀ O ₃	96	<i>Syringol</i>
6.	10,36	0,74	168,148	C ₈ H ₈ O ₄	90	<i>3-Hydroxy-4-methoxybenzoic acid</i>
7.	11,54	1,46	74,123	(C ₂ H ₅) ₂ O	97	<i>Ethoxyethane</i>
8.	13,99	5,07	256,43	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	99	<i>Palmitic acid</i>
9.	15,19	8,87	280,452	C ₁₈ H ₃₂ O ₂	99	<i>Linoleic acid</i>
10.	15,31	1,82	284,4772	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	94	<i>Octadecanoic acid</i>
11.	21,68	2,44	85,15	C ₅ H ₁₁ N	98	<i>Piperidine</i>
12.	24,30	17,52	85,15	C ₅ H ₁₁ N	99	<i>Piperine</i>
13.	29,48	2,58	386,65	C ₂₇ H ₄₆ O	95	<i>Cholesterol</i>

Berdasarkan hasil analisa senyawa volatil pada Tabel 18 dapat diketahui terdapat senyawa furan (2,5-dimethylfuran, 2,3-dihydroxy-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one-3(2H) dan 2-furancarboxaldehyde), senyawa syringol, senyawa fenol seperti 1,2 benzenediol, dari beberapa golongan diantaranya golongan asam lemak aldehyd antara lain palmitic acid, linoleic acid, octadecanoic acid dan cholesterol yang merupakan hasil metabolit lemak dengan area tertinggi 8,87%. Senyawa golongan flavonoid terdeteksi dari adanya 3-hydroxy-4-methoxybenzoic acid atau vanilic acid dengan *retensi time* 10,36 area 0,74%. Senyawa alkaloid yaitu piperin terdeteksi pada *retensi time* 21,68 dan 24,30 dengan area tertinggi 17,52%, golongan furan dengan area tertinggi 25,01%. Senyawa alkaloid piperin dapat ditemukan pada lada (Antara dan Wartini, 2013). Golongan glukosa diketahui juga terdapat pada produk pasta berupa D-allose dengan area 10,43%, dan golongan fenol area tertinggi 2,25%. Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa pasta perisa ikan asap lais mengandung senyawa volatil furan, syringol, fenol, asam lemak aldehyd, flavonoid, alkaloid dan glukosa.

Senyawa volatil pada pasta perisa yang berasal dari asap dianalisa dengan membandingkan dengan senyawa volatil pada sampel asap dalam botol. Senyawa yang terdeteksi sebanyak 18 dalam waktu retensi 6,62 sampai 21,92 menit. Senyawa volatil yang memiliki indeks kemiripan diatas 80% dapat dilihat pada Tabel 19

Tabel 11.Senyawa volatil asap dalam botol

No.	Waktu Retensi (menit)	% Area	Berat Molekul	Rumus Molekul	Indeks Kemiripan	Nama senyawa
1.	6,62	1,45	112,1265	C ₆ H ₈ O ₂	94	2-Hydroxy-3-methyl-2-cyclopenten-1-one
2.	8,12	1,12	138,16	C ₈ H ₁₀ O ₂	96	2-Methoxy-4-methylphenol
3.	8,23	3,37	110,1	C ₆ H ₆ O ₂	94	Catechol
4.	8,85	6,75	140,1366	C ₇ H ₈ O ₃	95	3-Methoxycatechol
5.	9,53	9,82	154,1632	C ₈ H ₁₀ O ₃	96	Syringol
6.	10,34	7,18	168,1898	C ₉ H ₁₂ O ₃	93	Phenol, 4-methyl-2,6-dimethoxy
7.	11,00	20,86	182,2164	C ₁₀ H ₁₄ O ₃	90	2,3,5-trimethoxytoluene
8.	11,05	2,57	180,1559	C ₆ H ₁₂ O ₆	83	D-Allose
9.	11,08	3,48	162,1406	C ₆ H ₁₀ O ₅	90	1,6-Anhydro-β-D-glucopyranose (levoglucosan)
10.	11,34	2,21	-	-	83	4,11-dioxo-3,5-dimethyl tetracycloundecane cage compound
11.	11,61	1,40	194,2271	C ₁₁ H ₁₄ O ₃	98	4-Allyl-2,6-dimethoxyphenol
12.	11,65	2,78	196,2429	C ₁₁ H ₁₆ O ₃	87	4-Propylsyringol
13.	12,01	1,88	194,2271	C ₁₁ H ₁₄ O ₃	93	4-Allyl-2,6-dimethoxyphenol
14.	12,18	2,20	182,1733	C ₉ H ₁₀ O ₄	98	Syringaldehyde
15.	12,37	4,20	194,2271	C ₁₁ H ₁₄ O ₃	94	4-Allyl-2,6-dimethoxyphenol
16.	12,69	2,23	196,1999	C ₁₀ H ₁₂ O ₄	96	Acetosyringone
17.	12,92	5,15	210,2260	C ₁₁ H ₁₄ O ₄	86	Syringyl acetone
18.	13,32	0,95	210,2265	C ₁₁ H ₁₄ O ₄	87	Propiosyringone

Berdasarkan hasil pada Tabel 18 diketahui terdapat senyawa fenol syringol diantaranya propiosyringone % area tertinggi 5,15%, acetosyringol % area 2,23%, syringaldehyde % area 2,20%, 4-allyl-2,6-dimethoxyphenol % area tertinggi 4,20%, 4-propylsyringol % area 2,78, dan syringol % area tertinggi 9,82%. Senyawa syringol dapat memberikan kesan aroma *woody* dan *smoky* (Pratama, 2011). Senyawa lain yang teridentifikasi adalah golongan guaiokol yaitu 2-methoxy-4-4 methylphenol. Senyawa guaiokol berperan sebagai pemberi cita rasa asap. Selain itu juga ditemukan senyawa keton yaitu 2-hdroxy-3-methyl-2-cyclopenten-1-one pada waktu retensi 6,62 menit dengan %area 1,45. Keton yang bertanggung jawab terhadap rasa tengik serta berperan pada pembentukan warna asap oleh reaksi karbonil-amin dan juga pada pembentukan flavor (Toth

dan Potthast, 1984). Siringol dan turunannya juga guaiakol dan turunannya dapat ditemukan pada kedua kayu keras dan kayu lunak, tapi dalam jumlah yang berbeda (Pratama, 2011). Senyawa furan juga terdeteksi sebagai 2,3,5-trimethoxytoluene area 20,86 %. Senyawa lain yang terdeteksi adalah dari golongan glukosa yaitu hexose dan levoglucosan dengan area tertinggi 7,17%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa yang menyusun asap kayu antara lain adalah dari golongan fenolik seperti furan, syringol, guaiakol, keton, dan dari golongan glukosa. Berdasarkan dengan hasil tersebut diketahui bahwa senyawa volatil pasta perisa ikan asap lais yang berasal dari asap adalah furan, fenol, siringol dan glukosa.

Analisa GCMS ikan asap lais berhasil dideteksi sebanyak 25 senyawa pada waktu retensi 13,33 sampai dengan 29,63 menit. Senyawa yang memiliki indeks kemiripan diatas 80 adalah sebagai berikut.

Tabel 12. Senyawa volatil dalam ikan asap lais (*Kryptopterus bicirrhis*)

No.	Waktu Retensi (menit)	% Area	Berat Molekul	Rumus Molekul	Indeks Kemiripan	Nama senyawa
1.	13,33	0,81	242,3975	C ₁₅ H ₃₀ O ₂	99	<i>Pentadecanoic acid</i>
2.	13,91	1,32	254,4082	C ₁₆ H ₃₀ O ₂	99	<i>Palmitoleic acid</i>
3.	14,01	11,76	256,4241	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	99	<i>Hexadecanoic acid</i>
4.	14,18	0,73	156,27	C ₁₀ H ₂₀ O	80	<i>Decanal</i>
5.	15,21	5,02	282,468	C ₁₈ H ₃₄ O ₂	99	<i>Octadec-9-enoic Acid</i>
6.	15,32	2,69	284,4772	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	93	<i>Octadecanoic acid</i>
7.	17,86	2,17	194,2271	C ₁₁ H ₁₄ O ₃	93	<i>4-Allyl-2,6-dimethoxyphenol</i>
8.	19,82	1,86	154,1632	C ₈ H ₁₀ O ₃	96	<i>Syringol</i>
9.	24,25	1,79	96,1271	C ₆ H ₈ O	80	<i>2,5-Dimethylfuran</i>
10.	29,63	67,28	386,6535	C ₂₇ H ₄₆ O	99	<i>Cholesterol</i>

Berdasarkan hasil senyawa volatil yang terdeteksi dilihat pada Tabel 20 diketahui bahwa terdapat senyawa asam organik aldehyd pentadecanoic acid, palmitoleic acid, hexadecanoic acid, decanal, octadecanoic acid, octadec-9-enoic acid dan cholesterol. Senyawa asam lemak tersebut juga terdapat pada ikan lele

asap (Nashiruddin *et al.*, 2015). Cholesterol ikan asap lais memiliki % area sangat tinggi yaitu 67,28%. Senyawa fenol terdeteksi sebagai 4-allyl-2,6-dimethoxyphenol dan syringol dalam % area masing-masing 2,17% dan 1,86%, golongan furan dengan area 1,79% yaitu 2,5-dimethylfuran. Senyawa aldehyd akan memberikan kesan aroma *fatty* namun senyawa decanal mampu memberikan kesan aroma *sweet*. Fraksi furan yang diidentifikasi dari asap memiliki aroma *sweet*, harum, seperti bunga saat terkondensasi (Pratama, 2011). Sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa yang terdapat pada ikan asap lais berasal dari golongan asam lemak, aldehyd, furan, dan fenolik syringol. Senyawa volatil asap dalam botol yang masih dapat ditemukan dalam ikan asap adalah furan, fenol, syringol sehingga senyawa volatil yang diduga dihasilkan dari ikan adalah asam lemak, dan aldehyd. Senyawa volatil pasta perisa alami ikan asap lais yang berasal dari ikan asap adalah asam lemak aldehyd.

Berdasarkan hasil tersebut disimpulkan bahwa pasta perisa ikan asap lais mengandung senyawa volatil furan, syringol, fenol, asam lemak aldehyd, flavonoid, alkaloid dan glukosa. Senyawa volatil asap yang masih ditemukan pada pasta perisa adalah furan, fenol, syringol dan glukosa. Senyawa volatil dari ikan lais adalah asam lemak aldehyd sedangkan senyawa seperti flavonoid, alkaloid dan glukosa diduga berasal dari bahan-bahan yang ditambahkan dalam formula pasta perisa alami berupa bumbu.

Senyawa volatil yang berkurang pada pasta perisa alami ikan asap lais adalah 2,5- dimethylfuran dari % area 1,79% menjadi 1,18%, syringol dari 9,82% area menjadi 1,86%, octadekanoid acid dari 2,68% area menjadi 1,82% area serta kolesterol dari 67,28 % area menjadi 2,58 % area. Senyawa-senyawa bertambah pada pasta perisa ikan asap lais asap adalah palmitoleic acid dari 1,32 % area meningkat menjadi 5,07% area dan syringol dari 1,86% area menjadi 2,05% area. Senyawa yang muncul pada produk pasta perisa ikan asap

lais antara lain 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one, 1,2-benzenediol, 2-furancarboxaldehyd, 3-hydroxybenzoic acid, ethoxyethane, palmitic acid, linoleic acid, piperidin, dan piperin. Senyawa yang hilang pada pasta perisa alami ikan asap lais dari ikan asap lais dari ikan asap lais adalah pentadecanoic acid, hexadecanoic acid, decanal, dan dimethoxyphenol.