

OPTIMASI PROSES PEMBUATAN LEMPENG BUAH LINDUR (*Bruguiera gymnorrhiza*) SEBAGAI ALTERNATIF PANGAN MASYARAKAT PESISIR

Fruits Lindur (Bruguiera gymnorrhiza) Cookies Production Optimization As An Alternate Food For Coastal Community

Rahmah Utami Budiandari^{1*}, Simon Bambang Widjanarko¹

1) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP Universitas Brawijaya Malang
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi: Email: rahmah1608@gmail.com

ABSTRAK

Buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*) memiliki peluang untuk dieksplorasi sebagai bahan pangan alternatif karena kandungan karbohidrat dan nilai kalori yang tinggi, sehingga dapat diolah menjadi tepung. Kombinasi tepung buah lindur dan gaplek merupakan sumber karbohidrat sehingga ditambahkan kacang hijau sebagai sumber protein dan santan sebagai sumber lemak.

Tujuan penelitian ini mengetahui kondisi optimum proses pembuatan lempeng buah lindur terhadap nilai daya patah ditinjau dari variabel lama waktu pengovenan dan rasio gaplek : tepung buah lindur. Metode yang digunakan adalah metode respon permukaan (RSM), menggunakan desain rancangan komposit pusat dengan dua variabel bebas yaitu lama waktu pengovenan (X_1) dan rasio gaplek: tepung buah lindur (X_2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa titik optimum lama waktu pengovenan selama 18 menit 51 detik dengan rasio gaplek : tepung buah lindur 1:3.61. Persamaan ordo kedua untuk proses adalah $Y = (-91.31669) + 3.76801x_1 + 40.03114x_2 - 0.14755x_1^2 - 6.75500x_2^2 + 0.47000x_1x_2$, titik optimum respon daya patah sebesar 15.2N

Kata kunci : *Bruguiera gymnorrhiza*, Gaplek, RSM

ABSTRACT

Lindur fruit (Bruguiera gymnorrhiza) has opportunity to be explored as an alternative food because high carbohydrate and calories value, that can be processed into flour. A combination of lindur fruit and gaplek is carbohydrate sources, therefore it is required for mung bean addition as a protein source and coconut milk as a fat source. This research aims was to determine the optimum point of lindur fruit cookies processed towards break strength of the cookies. This research used CCD design of RSM, with two variables ; baking period (X_1) and gaplek : lindur fruit flour ratio (X_2), with break strength (Y) as response. The optimum point from each variables were 18 minute and 51 second of baking period with the ratio of "gaplek" : lindur fruit flour was 1: 3.61. Quadratic equation for process is $Y = (-91.31669) + 3.76801x_1 + 40.03114x_2 - 0.14755x_1^2 - 6.75500x_2^2 + 0.47000x_1x_2$. The optimum break strength of this cookies was 15.2N.

Key words : Bruguiera gymnorrhiza, Gaplek, RSM

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki garis pantai sepanjang 81000 km dengan luas hutan mangrove mencapai 8.60 juta hektar [1], memiliki potensi sumber daya pesisir dan lautan yang sangat besar [2] salah satunya sumber daya hutan mangrove. Sumber daya hutan mangrove dapat dimanfaatkan berupa kayu, non kayu dan sebagai sumber pangan. Kekayaan tersebut tidak diimbangi dengan kesejahteraan masyarakatnya, angka kemiskinan tahun tahun 2010 menunjukkan 7.8 juta jiwa masyarakat miskin tersebar di 10640 desa pesisir [3].

Kehidupan masyarakat pesisir sangat dipengaruhi hasil laut, saat musim panen yang berlangsung pada musim barat dan peralihannya (Januari – Juni) tangkapan ikan melimpah akan tetapi saat musim paceklik yang berlangsung pada musim timur dan peralihannya (Juli - Oktober) sangat sulit menangkap ikan sehingga tangkapan ikan berkurang [4]. Saat musim paceklik masyarakat kesulitan memenuhi kebutuhan pangan terutama beras karena pendapatan yang tidak menentu. Untuk memenuhi kebutuhan pangan saat musim paceklik dibutuhkan alternatif pangan dengan memanfaatkan sumber daya yang jumlahnya melimpah dan mudah didapatkan masyarakat pesisir yaitu mangrove jenis *Bruguiera gymnorrhiza* atau buah lindur.

Buah lindur secara tradisional telah dimanfaatkan oleh masyarakat suku biak sebagai sumber karbohidrat sebagai sagu [5], selain itu dapat dimakan langsung dengan bumbu kelapa atau dicampurkan dengan nasi [6]. Buah lindur juga digunakan sebagai pengganti beras dan jagung ketika krisis pangan di Flores, Sumba, Sabu, dan Alor [7]. Nilai kalori buah lindur sebesar 371 kalori per 100 gram lebih tinggi dibandingkan beras dan jagung yaitu sebesar 360 kalori per 100 gram dan 307 kalori per 100 gram [7]. Selain buah lindur, masyarakat selatan jawa memanfaatkan gaplek sebagai sumber kalori utama saat musim paceklik [8].

Kombinasi buah lindur dan gaplek merupakan sumber karbohidrat, sehingga perlu ditambahkan sumber protein yaitu kacang hijau dan sumber lemak yaitu santan. Kacang hijau merupakan sumber protein nabati yang mengandung 20-30% protein [9], memiliki daya cerna yang cukup tinggi [10]. Santan adalah perasan daging kelapa tua dan segar [11], komponen lemak dan proteinnya membentuk rasa khas santan [12]. Santan kental memiliki kandungan lemak sekitar 35% dan 11% padatan tanpa lemak [13].

Penelitian ini menggunakan metode permukaan respon untuk mengetahui titik optimum proses pembuatan lempeng dengan respon daya patah. Daya patah merupakan parameter penting dalam berbagai produk kering misalnya biskuit dan cookies [14]. Variabel bebas yang digunakan adalah lama waktu pengovenan dan rasio gaplek : tepung buah lindur. Lempeng buah lindur yang dihasilkan dapat dimanfaatkan sebagai alternatif pangan bagi masyarakat pesisir atau masyarakat dalam keadaan bencana.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan untuk pembuatan lempeng adalah Buah lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*), gaplek, tepung kacang hijau, santan, gula halus, na-bikarbonat. Bahan yang digunakan untuk analisis adalah H_2SO_4 , NaOH teknis, kertas saring, Petroleum Eter, Alkohol 96%, tablet Kjeldahl yang dibeli dari UD Makmur Sejati, Malang.

Alat

Alat yang digunakan untuk analisis kimia adalah cawan petri, oven listrik, desikator, neraca analitik merk *Mettler Denver tipe AA 200* dan spatula baja, cawan porselen, tanur, penjepit, tabung kjeldal merk *Bucci*, Lemari Asam, Destilator merk *Bucci*, pipet tetes, erlenmeyer merk *Scoot Duran tipe 250 ml*, Labu ukur merk *Pyrex tipe 250 ml*, buret merk *Scoot Duran tipe 50 ml*, statif, soxhlet, tabung ekstraksi soxhlet, pendingin balik, penangas air, kertas saring kasar, pipet volume merk *HG tipe 10 ml*, pipet volume tipe *Pyrex tipe 5 ml*, bola hisap merk *Merienfiel*, sedangkan alat untuk analisis fisik daya patah adalah *tengsile strength*.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini disusun dengan menggunakan metode rancangan CCD dari RSM (*Response Surface Methodology*). Rancangan yang digunakan pada metode permukaan respon yaitu ;

X_1 = lama waktu pengovenan adalah 10;15;20 (menit)

X_2 = rasio gaplek : tepung buah lindur adalah 3; 3,5; 4 (b/b)

Rancangan komposit pusat pada proses pembuatan lempeng buah lindur disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variabel Bebas Dan Pengkodean Pada Rancangan Komposit Pusat

No	Variabel Kode		Variabel Sebenarnya		Respon
	X ₁	X ₂	Lama Waktu Pengoven (Menit)	Rasio Gaplek : Tepung Buah Lindur (b/b)	Y ₁ Daya Patah (N)
1	-1	-1	10	3	
2	1	-1	20	3	
3	-1	1	10	4	
4	1	1	20	4	
5	-1.414	0	7.93	3.5	
6	1.414	0	22.07	3.5	
7	0	-1.414	15	2.79	
8	0	1.414	15	4.21	
9	0	0	15	3.5	
10	0	0	15	3.5	
11	0	0	15	3.5	
12	0	0	15	3.5	
13	0	0	15	3.5	

Analisis data dilakukan dengan *software design expert 7.0.0 (trial version)*, (Sat-Ease Inc., Minneapolis, MN, USA) menggunakan Central Composite experimental Design (CCD) Response Surface Methodology (RSM). Perbandingan ketepatan antara prediksi dan hasil penelitian dengan *Analysis Of Variance*.

Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dilakukan dengan dua tahap yaitu:

1. Proses pembuatan tepung buah lindur adalah sebagai berikut.

Buah lindur segar ditimbang 1 kg direbus selama 10 menit lalu dikupas kulit buahnya. Dipotong-potong kecil kemudian direndam dalam air dengan perbandingan 1:3 selama 24 jam, kemudian dilakukan penggantian air rendaman sebanyak 3 kali. Setelah direndam ditiriskan lalu diletakkan dalam loyang dan dimasukkan dalam oven kabinet suhu $\pm 60^{\circ}\text{C}$ selama 10 jam. Buah lindur yang telah kering dihancurkan dengan blender atau mesin giling, lalu dilakukan pengayakan menggunakan ayakan 80 mesh terhadap bubuk buah lindur yang telah diblender.

2. Proses pembuatan lempeng buah lindur

Tepung buah lindur dan gaplek dengan rasio tertentu dicampur dengan tepung kacang hijau, na-bikarbonat, dan santan hingga terbentuk adonan yang bisa dicetak, dicetak dengan cetakan berukuran 6 cm x 3 cm x 0.4 cm. Adonan diletakkan dalam oven lalu dioven pada suhu 150°C dengan lama waktu yang bervariasi (10; 15; 20) menit. Lempeng yang dihasilkan lalu dianalisis respon daya patah, kemudian dioptimasi, optimasi dilakukan dengan memasukkan data hasil analisis daya patah dalam *software design expert*, kemudian dilakukan analisis data dan menentukan karakteristik yang diinginkan untuk produk misalnya untuk produk lempeng karakteristik yang diinginkan memiliki daya patah tinggi, setelah itu program akan memberikan prediksi titik optimum berdasarkan karakteristik tersebut. Hasil optimasi lalu divalidasi, untuk mengetahui perbedaan prediksi *software design expert* dengan hasil analisis. Kemudian dianalisis nilai total kalori secara perhitungan

(diketahui kadar protein, lemak, dan karbohidrat). Hasil validasi lalu ditambahkan varian rasa dan penambahan gula kemudian dilakukan pengujian organoleptik meliputi tekstur, rasa, aroma, daya patah, penampakan untuk mengetahui kesukaan konsumen.

Pengujian dan analisis

Pengujian dan analisis dilakukan pada tepung buah lindur meliputi analisis kadar air [15], abu [15], protein [15], lemak [15], karbohidrat [16] dan tannin. Sedangkan untuk produk lempeng analisis yang dilakukan adalah daya patah [14] dengan instrumen *tensile strength*. Setelah didapatkan nilai respon produk dilakukan analisis data menggunakan program *software Design Expert 7.0.0 (trial version)* untuk mendapatkan kondisi optimum proses.

Validasi hasil optimasi

Validasi adalah tindakan memeriksa selisih hasil prediksi yang diberikan *software Design Expert 7.0.0 (trial version)* dengan hasil analisis pada titik optimum. Hasil prediksi *software* diperoleh dari program setelah dilakukan analisis sehingga didapatkan titik yang disugestikan oleh *software Design Expert 7.0.0 (trial version)* sebagai titik optimum. Apabila selisih kurang dari 5% maka nilai prediksi dan hasil penelitian tidak berbeda jauh, sehingga menunjukkan ketepatan model.

Formulasi hasil optimasi

Formulasi dilakukan dengan menambahkan rasa pada produk lempeng optimal. Lempeng optimal adalah produk yang dibuat berdasarkan titik optimum proses yang diprediksi oleh *software Design Expert 7.0.0 (trial version)*. Kemudian dilakukan analisis organoleptik terhadap tektur, rasa, aroma, daya patah dan penampakan lempeng sehingga mengetahui tingkat penerimaan produk oleh konsumen lalu dilakukan pemilihan perlakuan terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan program *design expert 7.0.0 (Trial version)* untuk pengolahan data statistik. Hasil respon daya patah dari rancangan komposit pusat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Respon Daya Patah Dari Rancangan Komposit Pusat

No	Variabel Kode		Variabel Sebenarnya		Respon
	X ₁	X ₂	Lama Waktu Pengoven (menit)	Rasio Gaplek : Tepung Buah Lindur (b/b)	Y Daya Patah (N)
1	-1	-1	10	3	2.7
2	1	-1	20	3	11.1
3	-1	1	10	4	2.7
4	1	1	20	4	15.8
5	-1.414	0	7.93	3.5	0.9
6	1.414	0	22.07	3.5	13.6
7	0	-1.414	15	2.79	13.2
8	0	1.414	15	4.21	9.3
9	0	0	15	3.5	12.4
10	0	0	15	3.5	12.2
11	0	0	15	3.5	16.6
12	0	0	15	3.5	14.4
13	0	0	15	3.5	14.6

Keterangan : Tabel menunjukkan hasil analisis respon daya patah untuk produk lempeng buah lindur

Pemilihan model respon daya patah

Tabel 3. Analisis Pemilihan Kuadratik Respon Daya Patah

Sumber Keragaman	Jumlah kuadrat	Derajat Bebas	Kuadrat Tengah	F Hitung	p-value prob>F	Keterangan
Model	104.98	2	52.49	12.07	0.0054	Suggested
Lack of fit	17.37	3	5.79	1.77	0.2913	Suggested
A-lama waktu pengovenan	194.64	1	194.64	44.75	0.0003	Signifikan
B- rasio gapplek : tepung buah lindur	0.083	1	0.083	0.019	0.8939	Tidak signifikan
AB	5.52	1	5.52	1.27	0.2969	Tidak signifikan
StandarDeviasi	= 2.09					
R ²	= 0.9093					
R ² Adjusted	= 0.8445					
R ² Predicted	= 0.5711					
PRESS	= 143.96					

Keterangan; A = Variabel X₁ (lama waktu pengovenan), B = Variabel X₂ (rasio gapplek : tepung buah lindur), AB, A2, B2 = Interaksi antar perlakuan

Berdasarkan Tabel 3, model yang cocok untuk respon daya patah adalah model kuadratik dengan nilai p sebesar 0.0054 (0.54%), yang menunjukkan bahwa peluang kesalahan model kurang dari 5% atau model kuadratik berpengaruh nyata (signifikan) terhadap respon daya patah. Nilai *lack of fit* model kuadratik memiliki nilai p sebesar 0.2913 (29.13%) yang menunjukkan model ini tidak berbeda nyata pada p>5%. Model kuadratik memiliki standart deviasi sebesar 2.09 dengan nilai adjusted R² sebesar 0.8445 dan nilai predicted R² sebesar 0.5711 yang hampir mendekati 1. Selain itu nilai PRESS model adalah sebesar 143.96. Persamaan polinomial yang diperoleh adalah sebagai berikut.

$$Y = (-91.31669) + 3.76801x_1 + 40.03114x_2 - 0.14755x_1^2 - 6.75500x_2^2 + 0.47000x_1x_2$$

Keterangan:

Y = respon nilai daya patah

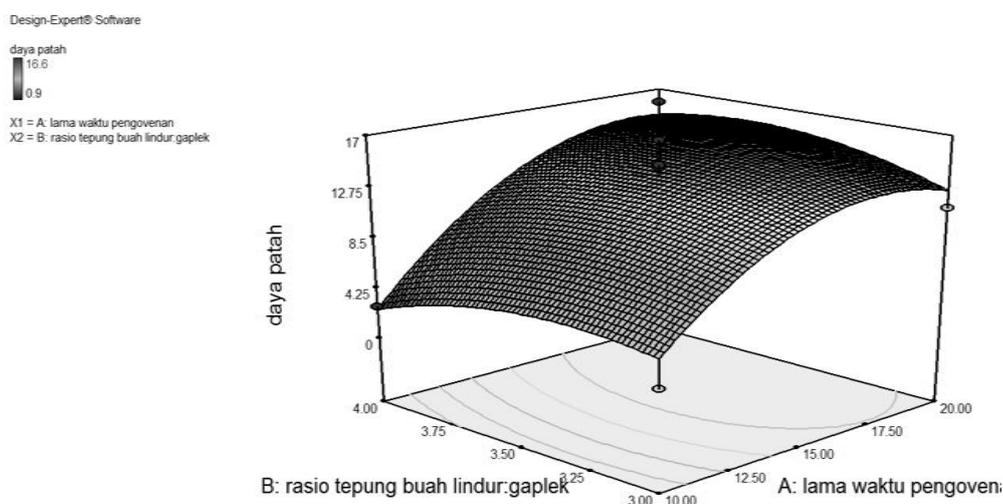
x₁ = lama waktu pengovenan (menit, detik)

x₂ = rasio gapplek : tepung buah lindur

Persamaan tersebut adalah persamaan aktual yang diperlukan untuk mengetahui respon daya patah yang akan didapatkan jika nilai variabel yang diperlukan berbeda. Persamaan tersebut, koefisien X₁² dan X₂² bernilai negatif, yang mengindikasikan adanya titik stationer maksimum dari permukaan respon atau grafik parabola terbuka ke bawah.

Peningkatan respon daya patah pada Gambar 1 dipengaruhi oleh variabel lama waktu pengovenan dan rasio bahan baku yang digunakan. Berdasarkan variabel lama waktu pengovenan, peningkatan respon daya patah diduga disebabkan oleh kadar air lempeng. Kadar air yang terkandung pada biskuit tidak boleh lebih dari 5% [17], serta kadar air dalam jumlah tertentu menjaga kualitas, tekstur, rasa, bau, volume, flavor, dan *mouthfell* produk bakery [18]. Pada lama waktu pengovenan 10 menit air yang terikat pada adonan belum menguap secara sempurna sehingga masih terdapat air dalam rongga-rongga antar sel produk lempeng. Adanya air dalam rongga-rongga produk mengakibatkan tekstur lempeng kurang kering sehingga saat dikenai pisau penumpu *tensile strength* nilai daya patah rendah yaitu sebesar 2.7 N.

Peningkatan nilai respon daya patah pada lama waktu 15 menit, diduga air yang terikat lebih banyak menguap. Saat pencampuran adonan komponen pati dan protein mengikat air, saat pengovenan soda kue yang ditambahkan akan membentuk gas CO₂ yang akan diperangkap protein. Saat air mendekati titik didih gas CO₂ yang terbentuk akan terdorong sehingga terjadi pengembangan, ketika air mencapai titik didihnya akan terbentuk ruang kosong atau pori-pori. Jumlah pori-pori yang terbentuk berpengaruh terhadap ketahanan terhadap gaya yang diberikan pisau penumpu. Semakin lama waktu pengovenan berbending lurus dengan berkurangnya kadar air bahan [19]. Adanya rongga-rongga antar sel suatu bahan dapat menurunkan kekakuan sel sehingga menurunkan kerenyahan produk. Saat proses pengovenan adonan, terjadi pelarutan susu, pembentukan uap air dan gas CO₂, karena adanya soda kue, gelatinisasi, dan koagulasi protein, ketika air mencapai titik didihnya air akan menguap dan meninggalkan ruang kosong atau pori-pori. Pori-pori yang terbentuk berpengaruh terhadap daya patah [20].



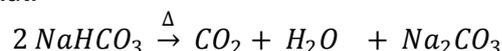
Gambar 1. Grafik Interaksi Variabel Lama Waktu Pengovenan dan Rasio Gapek:Tepung Buah Lindur Terhadap Respon Daya Patah

Variabel rasio bahan baku yang digunakan juga berpengaruh terhadap peningkatan respon (Gambar 1). Peningkatan rasio tepung buah lindur menyebabkan daya patah meningkat, akan tetapi saat mencapai titik optimum respon daya patah menurun. Semakin banyak polisakarida yang terkandung dalam bahan penyusun akan meningkatkan kekuatan peregangan sehingga kemampuan untuk meregang semakin besar dan daya tahan terhadap perlakuan mekanis lebih tinggi. Pati berinteraksi dengan air sehingga granula pati mengembang, dan terjadi gelatinisasi saat dipanaskan. Semakin banyak polisakarida bahan penyusun akan meningkatkan daya tahan terhadap perlakuan mekanis [21]. Selain itu proses gelatinisasi terjadi ketika granula pati mengalami perubahan (putusnya ikatan hidrogen dan pengembangan) karena adanya air dan panas [22]. Saat pemanggangan granula pati mengembang pada suhu 40°C. Saat gelatinisasi, granula pati menyerap air dan air diikat oleh protein sehingga granula mengembang dan berubah bentuk [22].

Komponen amilosa dan amilopektin juga berpengaruh terhadap peningkatan respon daya patah (Gambar 1). Kadar amilosa pada tepung buah lindur sebesar 16.9% [23], sedangkan 22.3% [24]. Apabila rasio tepung buah lindur yang digunakan meningkat maka persentase amilosa juga semakin meningkat. Semakin tinggi kadar amilosa dalam bahan akan menghasilkan tekstur dan daya pecah yang baik. Perbandingan amilosa dan amilopektin pada pati akan mempengaruhi daya kembang produk yang dihasilkan. Pati yang mengandung amilopektin tinggi cenderung menghasilkan produk mudah pecah, sedangkan amilosa tinggi menghasilkan produk lebih tahan pecah [25]. Molekul amilosa selama proses gelatinisasi bebas bergerak dalam pasta. Setelah didinginkan pasta kehilangan energi

sehingga molekul-molekul amilosa bersatu yang dihubungkan dengan ikatan hidrogen serta berikatan dengan cabang-cabang amilopektin sehingga terbentuk jaring-jaring mikrokristal [26].

Gambar 1 menunjukkan terjadi penurunan respon daya patah dengan meningkatnya lama waktu pengovenan adonan. Hal tersebut diduga disebabkan CO₂ yang dibentuk oleh *leavening agent* lebih banyak sehingga pori-pori yang terbentuk semakin meningkat. Soda kue yang dipanaskan akan terdekomposisi menjadi CO₂, air dan Na₂CO₃ [22]. Reaksi kimia soda kue adalah sebagai berikut.



Pada lama waktu pengovenan 20 menit diduga pori-pori yang terbentuk lebih banyak dibandingkan lama waktu pengovenan yang lain, selain itu soda kue menghasilkan CO₂ dalam waktu lambat. Apabila pori yang terbentuk lebih banyak maka ketahanan lempeng terhadap perlakuan mekanis lebih rendah. Penurunan respon daya patah pada Gambar 1 juga dipengaruhi oleh komponen lemak yang terkandung pada santan. Lemak membentuk lapisan tipis yang membungkus dan memisahkan partikel-partikel tersebut sehingga partikel tidak berikatan terlalu kompak, akibatnya udara mudah menerobos dan keluar saat proses pemanasan [25]. Fungsi utama lemak adalah membentuk produk empuk adonan yang lebih pendek. Struktur lemak terdispersi selama pencampuran adonan, mencegah pembentukan jaringan yang dibentuk pati dan protein [27].

Titik optimum daya patah

Keakuratan model juga dapat diketahui dari perbandingan nilai aktual penelitian dengan prediksi model. Hasil prediksi daya patah oleh model pada kondisi optimum selanjutnya divalidasi dengan melakukan pengujian secara empiris pada uji kondisi optimum. Solusi titik optimum yang ditunjukkan oleh software *design expert* dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Solusi Titik Optimum Terpilih Pada Software Design Expert

	Lama Waktu Pengovenan (Menit)	Rasio Gaplek: Tepung Buah Lindur	Daya Patah (N)	Desirability	Ketr
Prediksi	18.51	3.61	15.7622	0.947	<i>selected</i>
Verifikasi	18.51	3.61	15.2	-	-
Tingkat ketepatan (%)			96.43	-	-

Perbedaan nilai respon daya patah penelitian dan prediksi software adalah sebesar 3.57%. Selisih antara hasil prediksi *software* dengan analisis diduga dipengaruhi oleh penyimpanan bahan baku dan komposisi santan yang digunakan. Bahan baku (tepung buah lindur, gaplek, kacang hijau) disimpan dalam plastik yang ditambahkan silica gel, diduga saat penyimpanan kadar air tepung meningkat. Selain itu komposisi santan yang digunakan. Santan diperoleh dari parutan daging kelapa tua, dengan tempurung kelapa masif, berwarna coklat tua, daging tebal dan keras. Perbedaan komposisi santan dipengaruhi oleh komposisi kimia. Perbedaan nilai respon prediksi dan hasil validasi hampir mendekati perhitungan *design expert*, perbedaan nilai prediksi dan nilai penelitian tidak lebih dari 5% mengindikasikan bahwa model tersebut cukup tepat untuk proses, dengan demikian selisih nilai tidak lebih dari 5% dan solusi *design expert* dapat diterima [28].

Karakteristik Lempeng Buah Lindur Optimal

Produk lempeng buah lindur optimal dianalisis proksimat untuk menentukan nilai total kalori dengan metode perhitungan (by difference) [17]. Nilai total kalori 100 gram lempeng optimal sebesar 473.02 kkal, untuk memenuhi kebutuhan 2000 kkal per hari dapat dikonsumsi sebanyak 4-5 kali. Nilai total kalori yang tinggi disebabkan kandungan lemak

yang cukup tinggi, yaitu sebesar 25.90% karena santan yang digunakan adalah santan kental dimana mengandung 54% air, 35% lemak, dan 11% padatan tanpa lemak [14].

SIMPULAN

Kondisi optimum proses pembuatan lempeng buah lindur menghasilkan respon daya patah 15.2 N. Titik optimum proses pembuatan lempeng untuk variabel lama waktu pengovenan 18 menit dan 51 detik sedangkan variabel rasio gaplek : tepung buah lindur sebesar 1: 3.61 (b/b). Respon daya patah bersifat kuadratik dengan persamaan polinomial untuk variabel kode yang diperoleh $Y = 14.04 + 4.93 x_1 - 0.10x_2 - 3.69x_1^2 - 1.69x_2^2 + 1.18x_1x_2$ sedangkan persamaan polinomial untuk variabel sebenarnya (Actual) diperoleh $Y = (-91.31669) + 3.76801x_1 + 40.03114x_2 - 0.14755x_1^2 - 6.75500x_2^2 + 0.47000x_1x_2$.

Untuk menurunkan nilai daya patah dapat ditambahkan *binding agent*, serta dapat dilakukan optimasi dengan respon optimal warna lempeng.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) Gunarto. 2004. Konservasi mangrove sebagai pendukung sumber hayati perikanan pantai. Jurnal litbang pertanian 23, 15:21
- 2) Bussines New. 2011. Tingkat kemiskinan masyarakat pesisir masih tinggi. <http://www.businessnews.co.id/ekonomi-bisnis/k-k-p-tingkat-kemiskinan-masyarakat-pesisir-masih-tinggi.php>. Tanggal akses 6/04/2013
- 3) Bengen, D. 2002. Sinopsis Ekosistem Dan Sumber Daya Alam Pesisir Dan Laut. Pusat kajian sumber daya pesisir dan lautan IPB. Bogor
- 4) Lailossa, GW. 2011. Desain model sistem pendingin ikan sesuai kebutuhan pasar ikan lokal di pulau ambon. <http://digilib.its.ac/public/ITS-Master-5386-4172001-Chapter1.Pdf>. Tanggal akses 10/08/2013
- 5) Wanma, A. 2007. Pemanfaatan hutan mangrove *Bruguiera gymnorhiza* (L) lamk” sebagai bahan penghasil karbohidrat. Konservasi Lahan Basah Vol. 15- No-2-Juli-2007, 6
- 6) Haryono, T. 2004. Keripik buah mangrove, upaya melestarikan hutan. Kompas, Selasa 5/11/2004
- 7) Fortuna, J. 2005. Ditemukan Buah Bakau Sebagai Makanan Pokok. <http://www.tempointeraktif.com>. Tanggal akses pada 16/12/ 2012.
- 8) Padmaja, G. 1995. Cyanida detoxification in cassava for food and feed use. Crit rev. Food Sci Nutr : 299-339
- 9) Estiasih, T. 2005. Kimia Dan Teknologi Pengolahan Kacang-Kacangan. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang.
- 10) Kay, D.E. 1979. Food Legumes. Tropical product Institute Gray’s Inn Road. London
- 11) Nursaadah. 2006. Cita Rasa Dan Tampilan Modern Puding Santan Tampil Menawan. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- 12) Palungkun, R. 2005. Seri Agribisnis: Aneka Produk Olahan Kelapa (Cetakan ke XIII). Panebar swadaya. Jakarta
- 13) Yasin, H.K. 2013. Studi Pembuatan Minuman Tradisional Bima “Mina Sarua” Instan. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar
- 14) Yuwono, S.S dan T. Susanto. 1998. Pengujian Fisik. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- 15) Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2005. Official Methods of Analysis 18th Edition. Washington. Vol IIA. AOAC Inc. 4, 17-19.
- 16) Widjanarko, S.B. 1996. Analisis Hasil Pertanian. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang
- 17) Whiteley, P.R. 1971. Biscuit Manufacture. Applied Science Publishing. London
- 18) Cauvain, SP dan Young LS. 2000. Bakery Food Manufacture And Quality:Water Control And Effects. Blackwell science. Malden, MA
- 20) Asni, Y. 2004. Studi Pembuatan Biskuit Dengan Tepung Tulang Ikan Patin (*Pangasius hypothalmus*). IPB. Bogor

- 21) Guilbert, S. and B. Biquet. 1990. Edible Film And Costing In Food Packaging Technology Vol 1. VCH Publisher Inc. New York
- 22) Hui, Y.H. 2006. Bakery Products Science And Technology. Blackwell Publishing. Iowa - USA
- 23) Purnobasuki, H. 2011. Potensi Mangrove Sebagai Alternatif Sumber Pangan.
- 24) Hanashiro, I., Ikuo I, Osamu H, Sadamichi K, Ken F, Yashuhito T. 2004. Molecular properties and some properties of starches from propagulas of mangrove species. *Journal Of Experimental Marine Biology And Ecology* Vol.309 issue 2, 6 October 2004, 141-154
- 25) Matz.S.A. 1972. Bakery Technologi And Engineering. The AVI publishing Co. Inc. Westport, Connecticut
- 26) Damodaran, S, and A. Paraf. 1997. Food Proteins And Their Application. Marcel Dekker Inc. New York
- 27) Arendt, E.K dan Fabio D.B. 2008. Gluten-Free Cereal Product And Beverages. Departement Of Food And Nutritional Science. University College Cork, Elsevier Inc.
- 28) Wu, M, Sing H, Wang S., dan Xu S. 2006. Optimizing condition for the purification of linoleic acid from sunflower oil by urea complex fractionation. *J Am Oil Chem* 85, 677-684.