

FORMULATION OF EDIBLE FILM BASED ON DURIAN SEED STARCH USING VCO (*Virgin Coconut Oil*) AND CMC (CARBOXYMETHYL CELLULOSE) USING 2^k FACTORIAL EXPERIMENTAL DESIGN

FORMULASI EDIBLE FILM BERBASIS PATI BIJI DURIAN DENGAN PENAMBAHAN VCO (*Virgin Coconut Oil*) DAN CMC (CARBOXYMETHYL CELLULOSE) MENGGUNAKAN DESAIN EKSPERIMEN FAKTORIAL 2^k

Budiyanto Adam, Rahmiyati Kasim*, Lisna Ahmad

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo, Indonesia

Diterima 13 November 2023 / Disetujui 27 Mei 2024

ABSTRACT

Innovation of edible film made from durian seed starch is done in addition to the price is affordable, easy to obtain and contains amylose by 26.6% so that it can form a film. The purpose of this study was to determine the best formula of durian seed starch-based edible film with a combination of VCO and CMC on the characteristics of durian seed starch edible film. This study used a 2^k factorial experimental design consisting of 3 factors of durian seed starch concentration with a range of 1 - 10% (w/v), VCO 0.3 - 1.5% (v/v) and CMC 0.1 - 1% (w/v), while water vapor permeability, absorption and film thickness as response variables. The results stated that the relationship between all independent variables (starch, VCO, and CMC) can be described in the form of a linear model ($P < 0.05$). The concentration of durian seed starch interacted with CMC only affected the film thickness. The concentration of VCO showed a positive influence on the decrease of water vapor permeability and absorption water.

Keywords: *Edible film, Durian Starch, VCO, Design Expert*

ABSTRAK

Inovasi *edible film* berbahan dasar pati biji durian dilakukan selain harganya dapat dijangkau, mudah diperoleh serta mengandung amilosa sebesar 26,6% sehingga dapat membentuk *film*. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui formula terbaik *edible film* berbahan dasar pati biji durian dengan kombinasi VCO dan CMC terhadap karakteristik *edible film* pati biji durian. Penelitian ini menggunakan desain eksperimen faktorial 2^k yang terdiri dari 3 faktor konsentrasi pati biji durian dengan range 1 – 10% (w/v), VCO 0,3 – 1,5% (v/v) dan CMC 0,1 – 1% (w/v), sedangkan permeabilitas uap air, absorpsi dan ketebalan *film* sebagai variabel respon. Hasil Penelitian menyatakan bahwa hubungan antara semua variabel bebas (Pati, VCO, dan CMC) dapat digambarkan dalam bentuk model linier ($P < 0,05$). Konsentrasi pati biji durian berinteraksi dengan CMC hanya mempengaruhi ketebalan *film*. Konsentrasi VCO menunjukkan pengaruh positif terhadap penurunan permeabilitas uap air dan daya absorpsi.

Kata Kunci: *Edible film, Pati biji durian, VCO, Ahli Desain*

* Korespondensi Penulis :

Email: rahmiyatikasim@ung.ac.id

PENDAHULUAN

Tanaman durian (*Durio*) adalah sejenis buah yang terkenal dengan julukan *king of fruits* dan ditemukan berlimpah di daerah tropis termasuk di Indonesia. Bagian buah durian yang bisa dikonsumsi hanyalah pada bagian dagingnya saja sekitar 20–35%, kulitnya 60–75% dan sisanya berupa biji durian sebesar 5–15% yang belum banyak dimanfaatkan. Biji durian memiliki kandungan pati yang tinggi sebesar 43,6% (Melinda, 2023). Salah satu pemanfaatan pati biji durian adalah dengan mengolahnya menjadi bahan baku pembuatan *edible film*. Kandungan pati biji durian tersebut cukup tinggi dibandingkan dengan pati singkong yaitu sebesar 27,9%.

Penelitian tentang pemanfaatan pati biji durian sebagai bahan *edible film* dan *coating* sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya diantaranya pati biji durian sebagai *edible coating* dalam anggur merah (Cornelia, 2017) dan biji durian sebagai plastik *biodegradable* (Fatimah, 2020). Menurut Cornelia (2017), diperoleh bahwa konsentrasi pati biji durian sebesar 6% dengan penambahan gliserol 3% dapat menurunkan kecepatan transmisi uap air. Kelemahan *edible film* berbasis pati mempunyai karakteristik barrier terhadap uap air yang tinggi disebabkan karena sifat pati mempengaruhi stabilitas pada suatu lapisan *film*. Oleh karena itu diperlukan penambahan bahan lain seperti asam lemak untuk menahan uap air pada *film*, yakni VCO (*Virgin Coconut Oil*). VCO merupakan salah satu jenis asam lemak yang digunakan untuk menurunkan permeabilitas uap air pada kemasan produk karena asam lemak dari VCO bersifat hidrofobik. Coniwanti (2014) mengindikasikan bahwa dengan penambahan VCO sebesar 1,2% dalam *edible film* pati tepung aren dapat menurunkan sifat barrier sehingga membuat *edible film* tersebut lebih elastis. Penambahan CMC pada *edible film* juga penting dikarenakan dapat mengurangi kelemahan dari karakteristik barrier pada lapisan *film*. *Edible film* yang memiliki permeabilitas uap air kurang optimal dapat menyebabkan sifat barrier pada suatu lapisan *film* kurang baik. Sejauh ini kombinasi VCO dan CMC pada *edible film* berbahan dasar pati biji durian belum pernah dilakukan.

Pemanfaatan pati biji durian pada pembuatan *edible film* dengan penambahan VCO dan CMC sangat penting dilakukan karena pengembangan *edible film* dari pati biji durian dapat mengurangi limbah plastik dan dapat meningkatkan elastisitas serta dapat memperpanjang umur simpan produk yang dikemas. Adapun tujuan penelitian tersebut untuk mengetahui pengaruh formulasi terbaik *edible film* pati biji durian terhadap permeabilitas uap air, daya absorpsi dan ketebalan *edible film*).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati biji durian (*Durio zibethinus murr*) yang telah diekstrak menggunakan metode kering (Rahmawati *et al.* 2022). Selain itu bahan lainnya adalah CaCO₃, CMC, gliserol, aquades, dan VCO.

Desain Percobaan & Optimasi

Penelitian ini menggunakan perangkat Desain Eksperimen Faktorial 2^k yakni terdiri dari 3 faktor dengan 4 kali ulangan pada titik tengah yang meliputi konsentrasi pati biji durian, VCO dan CMC. Sedangkan WVP, absorpsi dan ketebalan *film* sebagai variabel respon. Level dari formula bahan baku ditentukan berdasarkan hasil penelitian terdahulu. Range yang digunakan untuk konsentrasi pati biji durian adalah 1 – 10% (w/v), VCO 0,3 – 1,5% (v/v), dan CMC yaitu 0,1 – 1% (w/v).

Preparasi Pembuatan Pati biji durian

Biji durian dilakukan pemotongan dan pembersihan biji durian kemudian direndam dengan larutan CaCO_3 sebanyak 5% (w/v) selama 24 jam (Ulfa, 2022). Biji durian dikeringkan di bawah sinar matahari. Lalu, dihaluskan menggunakan grinder untuk mendapatkan tepung biji durian. Biji durian yang telah dihaluskan kemudian diendapkan menggunakan NaOH 0,05 N pada perbandingan air 1 : 3. lalu dikeringkan dalam oven dan diayak dengan ayakan 60 mesh untuk mendapatkan pati yang lebih halus.

Preparasi pembuatan Film pati biji durian, VCO dan CMC

Pertama, dilakukan dengan penimbangan pati biji durian, VCO dan CMC sesuai dengan konsentrasi. Selanjutnya dilarutkan dengan 100 ml aquades kedalam gelas kimia dan dipanaskan pati biji durian sambil diaduk mencapai suhu 60°C hingga homogen. setelah itu dituangkan konsentrasi CMC dan VCO sesuai perlakuan (Tabel 1) lalu dipanaskan pada suhu 80°C (suhu gelatinisasi pati biji durian). kemudian tuangkan gliserol sesuai konsentrasi kedalam larutan lalu diaduk selama 20 menit. selanjutnya larutan *film* dikeringkan pada suhu 40°C kedalam oven selama 12 jam. *film* dihasilkan dan dilakukan pengujian karakteristik *edible film* (permeabilitas uap air, daya absorpsi, dan ketebalan *film*).

Tabel 1. Formulasi *edible film* berbahan dasar pati biji durian

Faktor/komponen	Unit	Level		
		-1	0	+1
Pati biji durian (w/v)	%	1	0,3	10
VCO (v/v)	%	0,3	0,9	1,5
CMC (w/v)	%	0,1	0,55	1

Keterangan : Komponen bahan baku dengan konsentrasi terendah sampai tertinggi

Karakteristik *Film*

1. Permeabilitas Uap Air

WVP adalah jumlah uap air yang hilang per satuan waktu dibagi dengan luas permukaan *film*. Analisis WVP menggunakan metode ASTM 1995 (Kasim *et al.* 2023). Pertama-tama bagian mulut botol pudding jar dilubangi. Diisi 10 gr silica gel. *Film* ditempelkan pada bagian yang dilubangi dan dikondisikan didesikator yang dibawahnya sudah terisi air suling (90% RH). Setiap satu jam ditimbang berat sampel selama 9 jam. Data yang diperoleh slope kenaikan berat cawan. Nilai WVP dapat dihitung menggunakan rumus:

$$WVT = \frac{G}{t}$$

$$Permeance = \frac{WVT}{\Delta P} = \frac{WVT}{S(R_1 - R_2)}$$

$$WVP = Permeance \times thickness$$

Dimana WVT adalah laju transmisi uap air ($\text{g}/\text{jam} \cdot \text{m}^2$), G adalah perubahan berat (dari garis lurus, g), t adalah waktu (jam), G/t = kemiringan garis lurus (g/jam), A adalah luas mulut botol (m^2), S adalah tekanan uap jenuh pada suhu uji, mm Hg (1.333×10^2 Pa), R_1 adalah kelembaban relatif dalam

sampel, sedangkan R_2 adalah kelembaban relatif lingkungan, WVP adalah permeabilitas uap air (g/ms Pa).

2. Daya Absorpsi *film*

Uji penyerapan air dilakukan dengan menimbang berat awal sampel *film* dan ditempatkan kedalam wadah yang berisi aquades selama 10 detik (W_0). Sampel dikeluarkan dari wadah dan air dipermukaan sampel dihilangkan dengan kertas tisu lalu ditimbang berat kembali hingga diperoleh berat yang konstan. Rumus daya absorpsi sebagai berikut:

$$\text{Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100 \%$$

Berdasarkan rumus diatas, W_0 menunjukkan berat awal *edible film* dan W adalah berat akhir setelah uji daya absorpsi *film*.

3. Ketebalan

Pengukuran dalam instrumen ini menggunakan *thickness digital caliper*. Pertama, ditekan power on, diletakkan dan dipindahkan ke sisi tepi lingkaran pada tempat pengukuran pertama. Pengukuran diulangi pada lima tempat yang berbeda. Setelah itu dirata – ratakan untuk mendapatkan nilai ketebalan *film*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Permeabilitas Uap Air (WVP)

Permeabilitas Uap Air merupakan jumlah uap air yang hilang per satuan waktu dibagi dengan luas permukaan *film* dalam kondisi kelembapan tertentu. Hasil analisis permeabilitas uap air dengan variasi formula *edible film* pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel 2 Hasil Pengukuran Variabel Respon Pada Rancangan faktorial 2^3

Run	Pati (w/v) (X1)	VCO (v/v) (X2)	CMC (w/v) (X3)	WVP (g.ms pa)	Daya serap (%)	Ketebalan (mm)
1	10	1,5	1	$2,48 \times 10^{-6}$	58,2	0,24
2	1	1,5	1	$3,08 \times 10^{-6}$	53,3	0,21
3	5,5	0,9	0,55	$1,85 \times 10^{-6}$	42,7	0,15
4	10	1,5	0,1	$1,51 \times 10^{-6}$	38,4	0,22
5	1	0,3	0,1	6×10^{-7}	34,1	0,11
6	5,5	0,9	0,55	$1,84 \times 10^{-6}$	37,6	0,17
7	10	0,3	1	$9,3 \times 10^{-7}$	33,2	0,18
8	1	0,3	1	$1,27 \times 10^{-6}$	37,1	0,12
9	5,5	0,9	0,55	$1,05 \times 10^{-6}$	33,4	0,16
10	5,5	0,9	0,55	$1,94 \times 10^{-6}$	32,6	0,18
11	1	1,5	0,1	$9,9 \times 10^{-7}$	37,3	0,14
12	10	0,3	0,1	$1,59 \times 10^{-6}$	40,4	0,16

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai permeabilitas uap air (WVP) pada formulasi *edible film* berbahan dasar pati biji durian dengan kombinasi VCO dan CMC berkisar antara 6×10^{-7} hingga $3,08 \times 10^{-6}$ g.ms.Pa. Hubungan antara formula bahan baku *film* atau *coating* (konsentrasi pati biji durian, VCO, dan CMC) terhadap perubahan nilai permeabilitas uap air pada penelitian ini dapat digambarkan dalam bentuk model persamaan linier ($p < 0,05$). Hasil analisis pada Tabel 2 menunjukkan bahwa perubahan WVP dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi VCO (X_2), konsentrasi CMC (X_3), Interaksi antara konsentrasi pati biji durian dan CMC (X_1X_3) dan interaksi konsentrasi VCO dan CMC (X_2X_3), Sedangkan konsentrasi pati biji durian (X_1) tidak berpengaruh nyata terhadap nilai WVP.

Tabel 3. Hasil Nilai signifikan (*) dan non signifikan (^{ns}) dari pengaruh Pati Biji Durian (X_1), VCO (X_2), dan Konsentrasi CMC (X_3)

Independent Variabel	WVP	Daya Absorpsi	Ketebalan
Model Linier	0,0087*	0,0068*	0,0005*
X_1 (Pati Biji Durian)	0,5554 ^{ns}	0,5546 ^{ns}	0,0007
X_2 (VCO)	0,0070*	0,0166*	0,0004
X_3 (CMC)	0,0152*	0,0523 ^{ns}	0,0170
X_1X_3	0,0364*	-	-
X_2X_3	0,0156*	0,0152*	0,1635
R^2	0,8851	0,7646	0,9226
Adjusted R^2	0,7893	0,6763	0,8784
Predicted R^2	0,7008	0,5297	0,7175
Adeq Precision	10,0653	7,3472	16,4836
Lack Of Fit	0,8868 ^{ns}	0,5442 ^{ns}	0,4587 ^{ns}

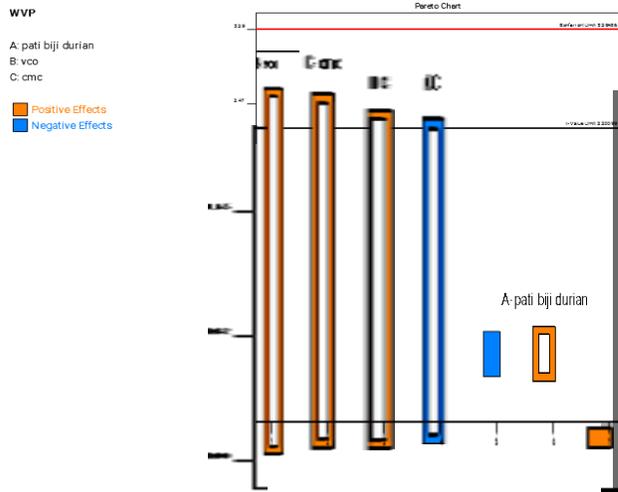
Pengujian validasi model pada penelitian ini, dilakukan berdasarkan nilai R^2 tertinggi, nilai *lack of fit* tidak signifikan, nilai *adjusted R²* < 0,2 dan nilai *adeq precision* > 4. Nilai R^2 pada Tabel 3 diatas 0,8851 yang berarti bahwa sekitar 88,5% nilai WVP dipengaruhi oleh formula bahan baku yaitu konsentrasi VCO, CMC, interaksi antara Pati dan CMC (X_1X_3) dan interaksi antara VCO dan CMC (X_2X_3), sedangkan sekitar 11,5% dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam penelitian ini. Selanjutnya nilai *lack of fit* tidak signifikan, nilai *adeq precision* > 4 mengindikasikan bahwa model WVP yang dihasilkan sudah sesuai dengan data, dan model ini dapat digunakan. Selain itu juga nilai *adjusted R²* pada penelitian ini sebesar 0,09 atau < 0,2 sehingga model ini valid untuk digunakan. Model linier hubungan antara formula *film* terhadap WVP dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$WVP = 5,9 \times 10^{-7} + 9,9 \times 10^{-8}(X_1) - 1,27 \times 10^{-8} (X_2) + 4,13 \times 10^{-7} (X_3) - 1,51 \times 10^{-7} (X_1X_3) + 1,41 \times 10^{-6} (X_2X_3) \dots\dots\dots (1)$$

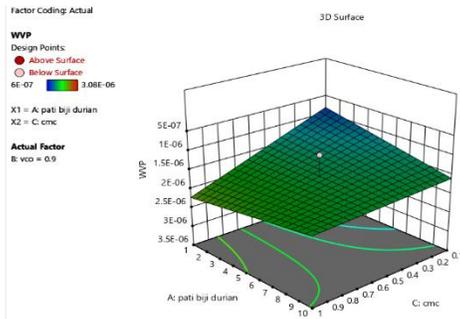
Persamaan 1 menunjukkan bahwa interaksi antara VCO dan CMC (X_2X_3) memiliki pengaruh yang lebih besar terhadap peningkatan nilai WVP, hal ini disebabkan karena CMC yang bersifat higroskopis sehingga mudah menyerap air dan menyebabkan *edible film* yang terbentuk akan lebih mudah larut di dalam air.

Hasil diagram pareto menunjukkan bahwa faktor – faktor yang mempengaruhi WVP adalah konsentrasi VCO (X_2) > CMC (X_3) > Interaksi VCO dan CMC (X_2X_3) > Interaksi Pati biji durian dan CMC (X_1X_3). Hal ini ditunjukkan pada gambar pareto dimana faktor faktor tersebut berada dibawah batas nilai *benforini*, sedangkan pada konsentrasi pati biji durian (X_1) tidak berpengaruh

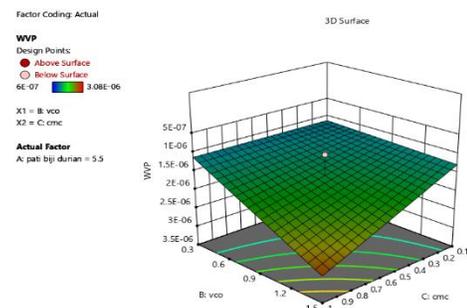
ditunjukkan dimana faktor tersebut berada di bawah nilai t. Hasil analisis respon permukaan tiga dimensi (3D) pada Gambar 1b menunjukkan bahwa pada konsentrasi VCO yang tetap akan meningkatkan nilai WVP jika konsentrasi pati dan CMC dinaikan. Hal ini disebabkan karena pati dan CMC merupakan polisakarida yang mempunyai jumlah ikatan hidrogen yang besar sehingga mampu menyerap air yang tinggi (Nurindra, 2015). Sebaliknya pada Gambar 1c menunjukkan bahwa pada konsentrasi pati yang tetap, nilai WVP menjadi rendah jika konsentrasi VCO dan CMC dinaikan. Hal ini dikarenakan minyak dan CMC tidak terdispersi merata dan pati itu sendiri bersifat hidrofilik, sehingga CMC tidak cukup kuat untuk menjadi penghubung.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1 (a) Analisis diagram pareto WVP, (b) respon permukaan WVP pada formula konsentrasi Pati - CMC, (c) konsentrasi VCO - CMC

Daya Absorpsi *film*

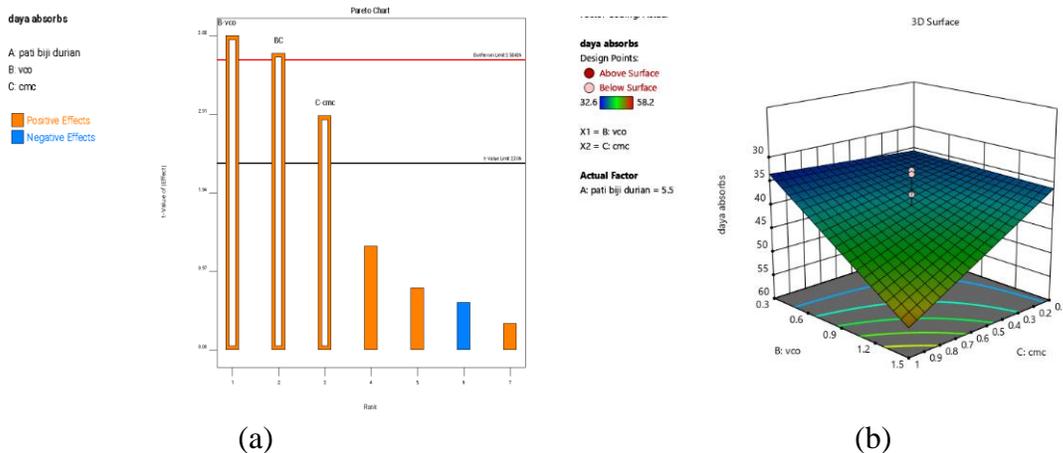
Daya absorpsi *film* adalah kemampuan untuk menyerap kelembapan air dari lingkungan. Hasil analisis daya serap air *edible film* berbahan dasar pati biji durian dengan pada Tabel 2 memperoleh

33,2% sampai 58,2%. Hasil analisis sidik ragam pada Tabel 3 diperoleh bahwa nilai absorpsi dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi VCO (X_2), konsentrasi CMC (X_3) dan interaksi antara konsentrasi VCO dan CMC (X_2X_3) sedangkan konsentrasi pati biji durian (X_1) tidak berpengaruh nyata terhadap nilai absorpsi. Nilai R^2 (Tabel 3) menunjukkan nilai diatas 0,7646 yang mengindikasikan bahwa sebanyak 76,46% nilai daya absorpsi dipengaruhi formula bahan baku, yaitu konsentrasi VCO, CMC, dan interaksi VCO dan CMC. Sedangkan faktor lain yang mempengaruhi nilai absorpsi tidak dimasukkan dalam penelitian ini hanya sekitar 23,54%. Hasil validasi pada Tabel 3 juga mengindikasikan nilai *lack of fit* tidak signifikan dan nilai *adeq precision* > 4. Hal ini yang berarti bahwa model absorpsi air yang dihasilkan sudah sesuai dengan data. Selain itu nilai *adjusted R²* adalah 0,1 atau < 0,2, sehingga model ini dapat dipakai.

Model linier hubungan antara formula *film* terhadap Absorpsi Air dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\text{Absorpsi Air (AA)} = 36,247 - 1,351(X_2) - 7,888 (X_3) + 18,518 (X_2X_3) \dots\dots (2)$$

Nilai koefisien bernilai negatif pada faktor konsentrasi VCO (X_2) dan CMC (X_3) pada model persamaan 2 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi VCO dan konsentrasi CMC dapat menurunkan nilai AA, namun peningkatan interaksi antara VCO dan CMC (X_2X_3) dapat memberikan pengaruh lebih besar terhadap peningkatan nilai absorpsi air yang ditunjukkan dengan nilai koefisien positif. Konsentrasi VCO dan CMC (X_2X_3) menunjukkan interaksi positif karena VCO bersifat hidrofobik (tidak mudah larut dalam air), sehingga akan lebih sukar sehingga dapat menahan permeabilitas uap air (Safitri et al. 2021). Selain itu, CMC dapat membentuk ikatan gugus hidroksil dari makromolekulnya dimana, struktur ini mampu mengurangi difusi molekul air yang kuat sehingga efek dari penyerapan dari *edible film* tidak banyak menyerap air. Hasil analisis pareto pada Gambar 2a mengindikasikan bahwa pengaruh masing masing faktor dan interaksi antar faktor pada penelitian ini terhadap nilai absorpsi berturut turut adalah VCO > Interaksi VCO dan CMC > CMC. Berdasarkan gambar respon permukaan 3D *surfaces* (2b), diperoleh bahwa nilai absorpsi *film* mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi VCO dan konsentrasi CMC pada konsentrasi pati biji durian yang tetap. Hal ini dikarenakan VCO memiliki sifat hidrofobik (tidak suka air air) yang mengakibatkan penurunan porositas dan jumlah penyerapan air.



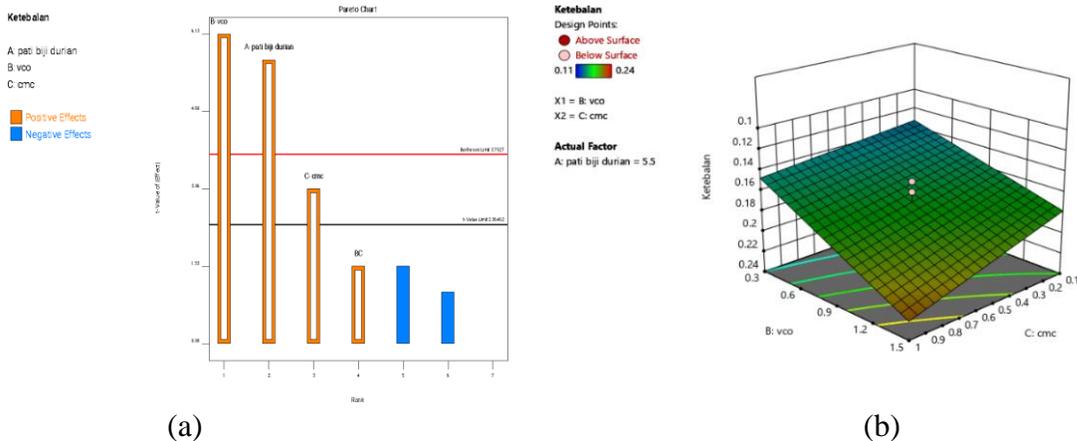
Gambar 2 (a). Analisis diagram Pareto, (b) Respon permukaan daya absorpsi pada formula VCO - CMC

Ketebalan

ketebalan pada Tabel 2 *edible film* berbahan dasar pati biji durian dengan kombinasi VCO dan CMC memperoleh nilai 0,11 mm sampai 0,24 mm. Hasil ANNOVA (Tabel 3) menunjukkan adanya perubahan ketebalan yang secara signifikan yang dipengaruhi oleh konsentrasi VCO (X_2), konsentrasi Pati biji durian (X_1), dan konsentrasi CMC (X_3) sedangkan interaksi VCO dan CMC (X_2X_3) tidak berpengaruh nyata terhadap nilai ketebalan. Pengujian validasi model pada penelitian ini dilakukan berdasarkan nilai *koefisien determinan* (R^2), Nilai *lack of fit* yang tidak signifikan, Nilai *adjusted R²* < 0,2, dan nilai *adeq precision* yang > 4. Nilai R^2 pada Tabel 3 menunjukkan nilai 0,9226 yang mengindikasikan bahwa sekitar 92,26 % dari nilai ketebalan dipengaruhi oleh formula bahan baku, yaitu konsentrasi VCO (X_2), Pati biji durian (X_1), dan CMC (X_3), Sedangkan sekitar 7,74 % dipengaruhi oleh faktor lain yang tidak dimasukkan dalam penelitian ini. Hasil validasi pada Tabel 3 juga menghasilkan nilai *lack of fit* tidak signifikan dan nilai *adeq precision* > 4. Hal ini berarti bahwa model ketebalan yang dihasilkan sudah sesuai dengan data dan dapat digunakan untuk memprediksi nilai ketebalan *film*. Selain itu, nilai *adjusted R²* dari penelitian ini adalah 0,1 atau < 0,2, sehingga model ini dapat digunakan.

Model linier hubungan antara formula *film* terhadap Ketebalan dapat dilihat pada persamaan berikut.

$$\text{Ketebalan} = 0,086 + 0,006(X_1) + 0,034 (X_2) + 0,008 (X_3) + 0,027 (X_2X_3) \dots\dots\dots(3)$$



Gambar 3 (a). Analisis diagram Pareto, (b) Respon permukaan ketebalan pada formula VCO – CMC.

Persamaan 3 menunjukkan bahwa faktor konsentrasi pati biji durian (X_1), VCO (X_2), CMC (X_3), dan interaksi antara VCO dan CMC (X_2X_3) bernilai positif yang menunjukkan bahwa peningkatan dari konsentrasi ketiga bahan tersebut dapat meningkatkan ketebalan *film*. Hal ini disebabkan volume larutan yang dituangkan ke dalam cetakan lebih banyak maka *film* yang terbentuk akan lebih tebal sehingga mengakibatkan peningkatan total padatan pada pati dilarutkan *film* yang dihasilkan semakin tebal (Alamsjah, 2015). Hasil analisis pareto (Gambar 3a) menunjukkan bahwa pengaruh masing masing faktor dan interaksi antar faktor pada penelitian ini terhadap nilai ketebalan berturut turut adalah VCO, Pati biji durian, CMC, dan interaksi VCO dan CMC. Efek faktorial yang dihasilkan dengan urutan sebagai berikut VCO > Pati biji durian > CMC > interaksi antara VCO dan CMC. Berdasarkan hasil respon permukaan 3D *surfaces* pada Gambar 3b,

diperoleh bahwa nilai ketebalan *film* mengalami peningkatan dengan menurunnya konsentrasi VCO dan konsentrasi CMC pada konsentrasi pati biji durian yang konstan atau tidak berubah. Hal ini karena semakin banyak total padatan yang terdapat dalam larutan maka semakin tebal lapisan *film* yang dihasilkan

Optimalisasi & Verifikasi Model Persamaan

Optimalisasi formula *film* didasarkan pada dua kriteria, yaitu nilai permeabilitas uap air dan daya absorpsi *film* yang rendah. Hasil optimasi, menghasilkan formula *film* terbaik yaitu pada konsentrasi pati biji durian (10% b/v) VCO (0,3% v/v) dan CMC (1% b/v) dengan nilai desirability 0,920. Verifikasi model persamaan WVP, Absorpsi air, dan ketebalan *film* dilakukan pada titik pusat desain faktorial yaitu pati biji durian 5,5% (b/v), VCO 0,9% (v/v) dan CMC 0,55% (b/v). Validasi model persamaan dilakukan dengan membandingkan data hasil eksperimen & Prediksi serta nilai PE yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil data prediksi dan eksperimen formulasi optimum pada WVP, Daya Absorpsi, dan Ketebalan

Variabel Respon	Nilai Eksperimental	Nilai Prediksi	Nilai Persentase Kesalahan (%)
WVP (g/s.pa)	$1,67 \times 10^{-6}$	$1,59 \times 10^{-6}$	1,2
Daya serap air (%)	36,57	39,86	2,24
Ketebalan (mm)	0,16	0,17	0,36

Tabel 4 diatas menunjukkan bahwa model prediksi WVP menghasilkan kesalahan sebesar 1,2% dari hasil prediksi dan untuk kebenaran dari model ini sekitar 98,8%, sedangkan model prediksi daya absorpsi menghasilkan kesalahan sebesar 2,24% dari hasil prediksi sementara sisa nya kebenaran dari model tersebut mencapai 97,76%, dan model prediksi pada ketebalan *film* mendapatkan kesalahan sebesar 0,36% namun pada kebenaran dari model ini sebesar 99,64%

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh bahwa nilai permeabilitas uap air (WVP) dipengaruhi oleh konsentrasi VCO (X_2), CMC (X_3), interaksi antara pati biji durian dan CMC (X_1X_3), serta interaksi antara VCO dan CMC (X_2X_3) sedangkan peningkatan daya absorpsi *film* dipengaruhi oleh konsentrasi VCO (X_2), CMC (X_3), dan Interaksi antara VCO dan CMC (X_2X_3), sedangkan peningkatan nilai ketebalan di pengaruhi oleh faktor Pati biji durian (X_1), VCO (X_2), CMC (X_3), Interaksi antara VCO dan CMC (X_2X_3).

SARAN

Saran dalam penelitian ini perlu dilakukan lebih lanjut tentang pengujian *tensile strength* dan Elongasi (Pemanjangan) serta pengaplikasian *edible film* pada formula terbaik *film* terhadap produk pangan.

DAFTAR PUSTAKA

Coniwanti P., Pertiwi D., Pratiwi D.M. 2014. "Pengaruh Peningkatan Konsentrasi Gliserol Dan

- VCO (Virgin Coconut Oil) Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Tepung Aren.” *Teknik Kimia* 20(2):17–24.
- Cornelia M., dan Tandoko R. 2017. “Pemanfaatan Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus L.*) Sebagai Edible Coating Dalam Mempertahankan Mutu Anggur Merah (*Vitis Vinifera L.*)” *Jurnal Sais Dan Teknologi* 1(1):51–67.
- Fatimah S., Soraya L., Setyawati H. 2020. “Pemanfaatan Limbah Biji Durian Sebagai Plastik Biodegradable Dengan Variasi Suhu Gelatinasi Dan Penambahan CaCO_3 .” 1(1):1–7.
- Karolina W., Ulfa R., dan Setyawan B. 2022. “Pengaruh Variasi Penambahan Pati Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr.*) Dan Pati Jagung Terhadap Karakteristik Edible Film The Effect Of Additional Variations Of Durian Seed Starch (*Durio Zibethinus Murr.*) And Corn Starch On The Characteristics Of Edible.” *Jurnal Teknologi Pangan Dan Ilmu Pertanian* 4(1):1–6.
- Kasim R., Bintoro N., Rahayoe S., and Pranoto Y. 2023. “Optimization Of The Formulation Of Sago Starch Edible Coatings Incorporated With Nano Cellulose Fiber (Cnf).” *Pertanika Journal Of Science And Technology* 31(1):351–72. Doi: 10.47836/Pjst.31.1.21.
- Melinda, Atmono. 2023. “Perbandingan Pengaruh Penggunaan Ragi Roti Dan Ragi Tape Pada Proses Fermentasi Bioetanol Dari Biji Buah Durian, Nangka Dan Mangga.” *Jurnal Lingkungan Dan Sumberdaya Alam (Jurnal)* 6(2):115–22. Doi: 10.47080/Jls.V6i2.2573.
- Nurindra P.A., Alamsjah M.A., dan Sudarno. 2015. “Karakterisasi Edible Film Dari Pati Propagul Mangrove Lindur (*Bruguiera Gymnorrhiza*) Dengan Penambahan Carboxymethyl Cellulose (CMC) Sebagai Pemplastis Characterization.” *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan* 7(1):1–10.
- Rahmawati S., Pathuddin, Nuryanti S., Sangkota V.D.A., Afadil, Anggraini, Syawaliah N. 2022. “Characteristics And Antioxidants Of Edible Film From Durian Seeds (*Durio Zibethinus*) With Additions To Rosella Flower Extract (*Hibiscus Sabdariffa L.*)” *Materials Today: Proceedings* 65:3109–15. Doi: 10.1016/J.Matpr.2022.07.162.