

# Penentuan Premi Asuransi Komoditas Kelapa Sawit dengan Pendekatan *Copula*

Darma Ekawati<sup>1</sup>, Apriyanto<sup>2</sup>, Fardinah<sup>3</sup>, Dewi Puspita Sari<sup>4</sup>, Salma Aprilia<sup>5</sup>

<sup>1, 3, 5</sup> Program Studi Statistika, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

<sup>2, 4</sup> Program Studi Matematika, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia

e-mail: <sup>1</sup>darmaekawati@unsulbar.ac.id

**Abstrak.** Sektor pertanian dan perkebunan menjadi salah satu jenis usaha yang selalu dihadapkan pada risiko ketidakpastian yang cukup tinggi karena sangat bergantung pada kondisi alam. Salah satu manajemen risiko yang dapat dilakukan adalah asuransi pertanian. Kelapa sawit menjadi salah satu komoditas utama pada usaha Perkebunan di Provinsi Sulawesi Barat. Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif yang menggunakan data luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit Provinsi Sulawesi Barat yang bersumber dari data Badan Pusat Statistik (BPS) Sulawesi Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan harga premium asuransi untuk komoditas kelapa sawit dengan pendekatan Copula. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini adalah copula *frank* merupakan copula terbaik untuk pengukuran dependensi luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Sulawesi Barat dengan parameter sebesar 21,672. Harga premi ideal berkisar antara Rp. 20.000 sampai dengan Rp. 65.000 per Ha. Harga premi sangat dipengaruhi oleh *deductible*, limit polis dan tingkat bunga yang digunakan.

**Kata kunci:** asuransi pertanian, kelapa sawit, copula, copula frank, *deductible*, limit polis

**Abstract.** The agricultural sector is one type of business that is always faced with a high risk of uncertainty because it is very dependent on natural conditions. One of the risk management that can be done is agricultural insurance. Palm oil is the main commodity in West Sulawesi Province. This research is a quantitative research that uses data on land area and yields of oil palm production in West Sulawesi which are sourced from data from the Badan Pusat Statistik (BPS). The purpose of this study is to determining the price of agricultural insurance premiums for palm oil commodities using the Copula approach. The results obtained in this study were that the copula frank is the best copula for measuring the dependency of land area and yield of oil palm production in West Sulawesi with a parameter of 21.672. Premium prices are influenced by deductibles, policy limits and interest rates used. The ideal premium price ranges from Rp. 20,000 to Rp. 65,000 per Ha.

**Keywords:** agricultural insurance, palm oil commodities, copula, frank copula, deductible, policy limit

## I. PENDAHULUAN

Potensi sektor pertanian dan perkebunan di Provinsi Sulawesi Barat sangatlah besar. Kontribusi sektor pertanian dan perkebunan dalam Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) Sulawesi Barat berkisar antara 41 % – 42%. Komoditas pertanian dan perkebunan yang telah diekspor di antaranya kelapa sawit, kopi kakao, cengkeh kelapa dan jagung [1]. Kelapa sawit menjadi salah satu komoditas utama pada usaha Perkebunan di Provinsi Sulawesi Barat [2]. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Perkebunan Kementerian Pertanian tahun 2021, luas lahan perkebunan kelapa sawit di Sulawesi Barat mencapai 156.070 Ha dengan dengan total produksi 348.356 ton per tahun [3].

Sektor pertanian dan perkebunan merupakan sektor usaha yang selalu dihadapkan pada risiko kerugian dan ketidakpastian yang relatif tinggi. Hal ini dikarenakan sektor pertanian dan perkebunan sangat bergantung pada kondisi alam. Risiko ketidakpastian dapat disebabkan oleh serangan hama penyakit, perubahan iklim dan berbagai

bencana turunannya. Berdasarkan data dari Bank Indonesia tahun 2023, lapangan usaha pertanian, kehutanan, dan perikanan di Provinsi Sulawesi Barat mengalami pertumbuhan yang positif meskipun melambat dibandingkan dengan triwulan IV 2022. Perlambatan pertumbuhan sektor ini disebabkan oleh adanya penurunan tingkat produksi tanaman pangan salah satunya kinerja tingkat produksi kelapa sawit yang mengalami penurunan. Beberapa penyebab penurunan volume produksi komoditas tersebut adalah faktor anomali cuaca di beberapa wilayah perkebunan di Sulawesi Barat [4].

Risiko dan ketidakpastian pada sektor pertanian dan perkebunan tidak hanya memengaruhi para petani, tetapi juga berpengaruh pada rantai nilai agribisnis. Risiko dan ketidakpastian mungkin akan berdampak terhadap stabilitas ketahanan pangan nasional. Sehingga diperlukan manajemen risiko untuk meminimalkan kerugian tersebut. Salah satu manajemen risiko yang dapat dilakukan adalah asuransi [5].

Hal yang paling mendasar dalam suatu kontrak asuransi

adalah bagaimana menentukan harga premi Asuransi Pertanian yang wajar dan terjangkau oleh petani. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan masukan bagi pengembangan asuransi pertanian di Indonesia dalam hal nilai premi asuransi yang ditetapkan. Adapun metode yang digunakan untuk memodelkan distribusi kerugian hasil pertanian pada penelitian ini adalah metode *copula*. Metode ini dipilih karena dapat metode ini dapat memodelkan variabel multivariat yang tidak saling bebas. Keunggulan dari metode *copula* yaitu tidak mensyaratkan asumsi normalitas dari data. Metode ini juga dapat menggabungkan beberapa distribusi marginal menjadi distribusi bersama dan serta menjelaskan struktur dependensi antar variabel dengan marginal yang berbeda [6]. Hal ini sesuai dengan data hasil pertanian serta data kerugian tidak mengikuti distribusi normal. Data pertanian yang digunakan adalah data luas lahan dan hasil produksi, sehingga *copula* yang digunakan ada *copula* bivariat. Penelitian tentang perhitungan asuransi pertanian dengan menggunakan *copula* sebelumnya telah dilakukan, salah satunya penggunaan *Copula Farlie-Gumble-Morgenstern* (FGM) dalam menentukan harga premi asuransi tanaman Sagu di Kabupaten Luwu [7].

*Copula* memiliki banyak keluarga, beberapa keluarga *Copula* yang umum digunakan terutama dalam kasus bivariat adalah keluarga *copula Elliptical* dan keluarga *copula Archimedean*. *Copula Elliptical* terbagi menjadi dua kelas yaitu *copula Gaussian* dan *copula Student-t*, sedangkan *copula Archimedean* terdiri dari beberapa kelas *copula* diantaranya *copula Clayton*, *copula Frank*, *copula Gumbel* dan *copula Joe* [8]. Penelitian ini melakukan pemodelan kerugian pertanian komoditas kelapa sawit di Sulawesi Barat dengan struktur dependensi antara variabel data luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit menggunakan metode *copula* yang paling sesuai dan aplikasinya pada penentuan premi asuransi hasil pertanian.

## II. LANDASAN TEORI

### 2.1 Asuransi Pertanian

Asuransi pertanian ini merupakan salah satu alternatif yang dapat membantu petani dalam menanggulangi risiko yang terjadi pada usaha pertanian [9]. Aturan tentang kebijakan asuransi pertanian di Indonesia sebagai bentuk perlindungan usaha tani diatur berdasarkan Undang-Undang Nomor 19 Tahun 2013 tentang Perlindungan dan Pemberdayaan Petani. Hal ini juga dijelas secara rinci dalam Peraturan Menteri Pertanian No. 40 Tahun 2015 tentang Fasilitasi Asuransi Pertanian. Perkembangan asuransi pertanian di Indonesia dimulai dengan produk Asuransi Usaha Tani Padi (AUTP) dan Asuransi Usaha Ternak Sapi (AUTS). Pelaksanaan asuransi ini menyesuaikan dengan kemampuan anggaran, prioritas pengembangan komoditas pertanian, dan prinsip-prinsip manajerial asuransi pertanian. [10].

### 2.2 Fungsi Copula

*Copula* merupakan fungsi yang menghubungkan marginal univariat menjadi sebaran multivariat, fungsi tersebut merupakan fungsi sebaran bersama dari peubah acak seragam [11]. *Copula* digunakan untuk menganalisis hubungan antar variabel random. *Copula* adalah fungsi distribusi multivariat untuk fungsi distribusi marginal dengan masing-masing variabel berdistribusi *uniform* [8] [12]. *Copula* bivariat didefinisikan sebagai fungsi  $C: [0,1]^2 \rightarrow [0,1]$  yang memenuhi sifat-sifat berikut [13]:

1. Untuk setiap  $u, v \in I$ , berlaku:
 
$$C(u, 0) = 0$$

$$C(0, v) = 0$$

$$C(u, 1) = u \text{ dan } C(1, v) = v$$
2. Untuk setiap  $u_1, u_2, v_1, v_2 \in I$ , sehingga  $u_1 \leq u_2$  dan  $v_1 \leq v_2$  berlaku:
 
$$C(u_2, v_2) - C(u_2, v_1) - C(u_1, v_2) + C(u_1, v_1) \geq 0$$

Diberikan peubah acak  $X$  dengan fungsi distribusi  $F$  dan peubah acak  $Y$  dengan fungsi distribusi  $G$ . Misalkan  $H$  merupakan suatu fungsi distribusi bivariat dengan fungsi distribusi marginal  $F$  dan  $G$ . Maka berdasarkan Teorema Sklar, dalam fungsi distribusi bivariat  $H$  tersebut terdapat *copula* untuk setiap peubah acak  $X, Y$  yang dapat dinyatakan sebagai berikut

$$H(x, y) = C(F(x), G(y)) \quad (1)$$

dengan fungsi densitas *Copula* dinyatakan oleh

$$h(x, y) = c(F(x), G(y))f(x)g(y) \quad (2)$$

dengan  $f(x) = \frac{\partial F(x)}{\partial x}$  dan  $g(y) = \frac{\partial G(y)}{\partial y}$  berurutan adalah fungsi densitas dari peubah acak  $X$  dan  $Y$  [14].

### 2.3 Pemilihan copula terbaik

Untuk memilih jenis *copula* terbaik dilakukan uji kecocokan *copula* yang bertujuan untuk melihat seberapa baik suatu *copula* dalam memodelkan data. Uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ukuran *Cramer von Misses* ( $CvM$ ).  $CvM$  didefinisikan sebagai [14]:

$$S_n = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n [H_e(x_i, y_i) - H_\phi(x_i, y_i)]^2 \quad (3)$$

dengan  $H_e(x_i, y_i) = C_e(F(x_i), G(y_i)) = \frac{\#(x \leq x_i, y \leq y_i)}{n+1}$

$H_e(x_i, y_i)$  merupakan fungsi distribusi bivariat empirik untuk data  $\{(x_1, y_1), \dots, (x_n, y_n)\}$  dan  $\#(x \leq x_i, y \leq y_i)$  menyatakan banyaknya data bivariat  $\{(x_i, y_i)\}$  di mana  $x \leq x_i, y \leq y_i$ .

Pemilihan *copula* terbaik didasarkan pada statistik  $CvM$  ditentukan dengan nilai  $S_n$  terkecil dari fungsi *copula* yang diuji. Selain itu, juga dapat dilihat pada  $P$ -value yang diperoleh melalui *parametric bootstrap* [14].

### 2.4 Keluarga Copula Elliptical

*Copula Elliptical* terdiri dari distribusi *elliptical multivariate*. *Copula elliptical* yang sering digunakan adalah kelompok *copula Gaussian* (normal) dan *copula Student-t*.

**Tabel 1.** Definisi empat copula Archimedean yang berbeda.

Jenis Copula	$C(u, v; \theta)$	Fungsi Generator	Batas nilai $\theta$
Clayton	$[u^{-\theta} + v^{-\theta} - 1]^{-\frac{1}{\theta}}$	$\frac{1}{\theta}(t^{-\theta} - 1)$	$\theta \in [-1, \infty), \theta \neq 0$
Gumbel	$\exp\left(-\left((-\ln(u))^\theta + (-\ln(v))^\theta\right)^{\frac{1}{\theta}}\right)$	$(-\ln(t))^{-\theta}$	$\theta \in [-1, \infty)$
Frank	$-\frac{1}{\theta} \ln\left(1 + \frac{(e^{-\theta u} - 1)(e^{-\theta v} - 1)}{e^{-\theta} - 1}\right)$	$-\ln\left(\frac{e^{-\theta t} - 1}{e^{-\theta} - 1}\right)$	$\theta \in [-\infty, \infty), \theta \neq 0$
Joe	$1 - ((1-u)^\theta + (1-v)^\theta - (1-u)^\theta(1-v)^\theta)^{\frac{1}{\theta}}$	$-\ln\left(\frac{1 - (1-t)^\theta}{1 - t^\theta}\right)$	$\theta \in [1, \infty)$

2.4.1 Copula Gaussian

Copula Gaussian bivariat didefinisikan sebagai [15]

$$C_{R_{12}}^{Ga}(u, v) = \Phi_{R_{12}}^d(\Phi^{-1}(u), \dots, \Phi^{-1}(v))$$

dengan  $\Phi_{R_{12}}^d$  merupakan adalah fungsi distribusi kumulatif bivariat dengan matriks korelasi  $R_{12}$  dari fungsi distribusi normal baku. Copula Gaussian dapat dituliskan sebagai berikut [15]:

$$C_{R_{12}}^{Ga}(u, v) = \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(u)} \int_{-\infty}^{\Phi^{-1}(v)} \frac{1}{2\pi\sqrt{1-R_{12}^2}} \exp\left(-\frac{s^2-2R_{12}st+t^2}{2(1-R_{12}^2)}\right) ds dt \quad (4)$$

2.4.2 Copula Student-t

Copula Student-t bivariat didefinisikan sebagai [15]:

$$C_{m,\rho}^t(u, v) = \int_{-\infty}^{t_m^{-1}(u)} \int_{-\infty}^{t_m^{-1}(v)} \frac{1}{2\pi\sqrt{1-\rho^2}} \left(1 + \frac{s^2+t^2-2\rho st}{m(1-\rho^2)}\right)^{-\frac{m+2}{2}} ds dt \quad (5)$$

dimana  $t_m^{-1}$  menunjukkan fungsi kuantil dari distribusi univariat standar  $t_m$ , dengan derajat kebebasan  $m$  dan  $\rho$  koefisien korelasi.

2.5 Keluarga Copula Archimedean

Copula bivariat  $C(u, v)$  disebut copula Archimedean jika dapat ditulis sebagai [15]:

$$C(u, v; \theta) = \Phi^{-1}(\Phi(u, \theta) + \Phi(v, \theta)) \quad \forall u, v \in [0,1] \quad (6)$$

dengan  $\theta$  merupakan parameter dari copula Archimedean satu parameter dan  $\Phi(u, \theta)$  merupakan fungsi generator copula. Copula yang merupakan anggota dari copula Archimedean ini diantaranya adalah copula Clayton, Gumbel, Frank, dan Joe. Adapun definisi dari keempat copula Archimedean tersebut dapat dilihat pada tabel 1 [15].

2.6 Asuransi Pertanian Berbasis Copula

Ada beberapa faktor risiko yang dapat digunakan sebagai acuan dalam memodelkan harga premi pertanian/perkebunan antara lain luas lahan pertanian/perkebunan, hasil produksi pertanian/perkebunan, harga jual dari hasil pertanian, dan model distribusi klaim. Harga premi diperoleh dari keseluruhan nilai sekarang dari rata-rata pembayaran klaim per hektar. Besaran premi dihitung berdasarkan besaran kerugian, waktu kedatangan klaim, frekuensi klaim, dan besaran klaim [7].

2.6.1 Besar Klaim

Beban klaim merupakan nominal ganti rugi yang dibayarkan kepada tertanggung dari pihak penanggung atau perusahaan asuransi. Beban klaim dapat juga diartikan sebagai kewajiban yang harus dibayarkan perusahaan asuransi akibat terjadinya kerugian. Kerugian pada asuransi pertanian merupakan selisih antara hasil produksi dan target produksi, yang dapat dituliskan pada persamaan berikut [7]:

$$\text{Kerugian} = \text{Hasil produksi (Ku/Ha)} - \text{Target Produksi} \quad (7)$$

Besaran klaim tergantung dari harga komoditas hasil pertanian / perkebunan yang diasuransikan. Besaran klaim dapat dihitung dengan menggunakan formula berikut [7]:

$$\text{Besar klaim} = \text{Harga} \times 100 \times \text{Kerugian} \quad (8)$$

2.6.2 Waktu Kedatangan Klaim

Waktu kedatangan klaim disebut juga dengan waktu terjadinya klaim yang merupakan kejadian yang acak. Adapun langkah-langkah simulasi untuk menentukan waktu terjadinya klaim adalah sebagai berikut [7]:

1. Dibangkitkan data  $s$  yang uniform dan saling independen.
2. Diasumsikan  $T_0 = 0$ . selanjutnya dengan prosedur simulasi proses Poisson, nilai  $T_i$  dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$T_i = T_{i-1} - \left(\frac{1}{\lambda}\right) \ln(s) \quad (9)$$

Untuk setiap  $i = 1, 2, 3, \dots$

2.6.3 Deductible

Deductible merupakan batas minimum dari biaya yang harus ditanggung oleh tertanggung sebelum manfaat asuransi dapat diberikan [16]. Berikut formula yang digunakan untuk polis yang menggunakan deductible [16]:

$$P^L = \begin{cases} 0 & ; \text{jika } L \leq d_b \\ L - d_b & ; \text{jika } d_b < L < d_a \\ d_a & ; \text{jika } L \geq d_b \end{cases} \quad (10)$$

dengan  $P^L$  adalah besarnya pembayaran klaim per kerugian  $L$  merupakan besaran klaim atau besar kerugian,  $d_a$  merupakan limit polis, dan  $d_b$  adalah deductible.

2.7 Harga Premi Asuransi Pertanian

Premi adalah sejumlah uang yang harus dibayarkan oleh tertanggung (pebeli produk asuransi) pada waktu tertentu sehingga tertanggung bisa mendapatkan ganti rugi jika terjadi kerugian. Adapun Model probabilitas dalam menentukan harga premi asuransi pertanian pada situasi ketika hasil panen mengalami kerugian yang melebihi nilai *deductible* tetapi kurang dari nilai limit polis adalah sebagai berikut [7]:

$$Z = be^{-\delta T} P^L \tag{11}$$

dengan,

$Z$  : nilai sekarang nilai sekarang dari rata-rata pembayaran klaim per hektar,

$b$  : biner  $b$ .

$T$  : waktu

$\delta$  : *discount rate*

$P^L$  : jumlah pembayaran per kerugian.

Untuk kasus asuransi pertanian, diasumsikan bahwa jumlah pembayaran  $P^L$  dan waktu  $T$  saling *independent*, sehingga ekspektasi dari rata-rata pembayaran klaim per hektar atau besaran premi asuransi pertanian perhektar adalah sebagai berikut:

$$E(Z) = \bar{b}E(e^{-\delta T}) E(P^L) \tag{12}$$

dengan  $\bar{b} = E(b) = Prob(b = 1)$ .

III. METODE

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yaitu data luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit tahun Provinsi Sulawesi Barat tahun 2021. Adapun langkah-langkah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan dan menginterpretasikan data luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit Provinsi Sulawesi Barat tahun 2021
2. Uji Kecocokan distribusi data menggunakan kolmogorov smirnov, AIC dan BIC
3. Mengestimasi parameter copula *gaussian*, *student-t*, *clayton*, *gumbel*, *frank* dan *joe*
4. Menentukan model copula terbaik *Cramer von-Mises Statistics* terkecil
5. Membangkitkan 1000 data  $u$  dan  $v$  dengan menggunakan konsep copula terbaik
6. Pasangan data  $(x, y)$  yaitu  $x = F^{-1}(u)$  dan  $y = G^{-1}(v)$  sesuai dengan distribusi data.
7. Menentukan besaran kerugian dan besaran klaim asuransi
8. Menentukan frekuensi atau waktu kedatangan klaim
9. Menentukan harga premi asuransi menggunakan copula dengan batasan *deductible* (besaran klaim) tertentu.

Langkah-langkah analisis data dilakukan dengan menggunakan software R.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi dan distribusi data

Langkah pertama dalam penelitian ini yaitu mendeskripsikan dari data luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Sulawesi Barat tahun 2021. Adapun statistik deskriptif dari kedua variabel data tersebut disajikan pada tabel 2.

Selanjutnya, dilakukan uji kecocokan distribusi kedua variabel dengan menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* dengan taraf signifikansi sebesar 5% (0,05) diperoleh hasil seperti yang disajikan pada tabel 3.

Tabel 2. Statistik deskriptif masing masing data

	Luas Lahan (ha)	Hasil Produksi (ton)
<i>Min</i>	1,39	1
<i>Max</i>	11482,62	24720
<i>Median</i>	2748	6599
<i>Mean</i>	3727,809	8578,297
<i>SD</i>	3513,274	8588,695
<i>Skewness</i>	0,5534268	0,5719763
<i>Kurtosis</i>	2,170038	1,948028

Tabel 3. Hasil uji kecocokan distribusi metode *Kolmogorov-Smirnov* dengan nilai AIC dan BIC pada masing-masing distribusi

	Distribusi	<i>p-value</i>	AIC	BIC
Luas Lahan (X)	<i>Normal</i>	0,174	558,81	561,55
	<i>Weibull</i>	0,211	526,33	523,59
	<i>Lognormal</i>	0,275	532,75	535,48
	<i>Logistic</i>	0,158	560,88	563,61
	<i>Cauchy</i>	0,229	573,95	576,69
	<i>Uniform</i>	0,306	546,21	548,95
Hasil Produksi (Y)	<i>Normal</i>	0,199	610,66	613,39
	<i>Weibull</i>	0,229	553,20	555,94
	<i>Lognormal</i>	0,277	562,26	564,99
	<i>Logistic</i>	0,179	612,95	615,69
	<i>Cauchy</i>	0,265	625,69	628,43
	<i>Uniform</i>	0,346	590,68	593,42

Berdasarkan tabel 3 terlihat bahwa nilai *p-value* dari masing-masing distribusi lebih dari 0.05 sehingga distribusi-distribusi tersebut cocok untuk memodelkan data luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit. Untuk memilih distribusi paling baik, digunakan nilai AIC dan BIC dari masing-masing distribusi. Nilai AIC dan BIC terkecil data luas lahan maupun data hasil produksi pada distribusi *Weibull*. Sehingga, distribusi yang paling cocok untuk data luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Sulawesi Barat tahun 2021 adalah distribusi *Weibull*.

Selanjutnya diperoleh nilai estimasi parameter dari masing-masing variabel yang berdistribusi *Weibull* dengan DF dari persamaan untuk masing-masing variabel random X dan Y yaitu:

$$F(x) = 1 - e^{-(x/2694,446)^{0.5603498}} \quad (13)$$

dan

$$G(y) = 1 - e^{-(y/4892,153)^{0.4373659}} \quad (14)$$

#### 4.2 Penentuan copula terbaik

Dalam penentuan copula terbaik, terlebih dahulu ditentukan nilai estimasi parameter dari masing-masing copula yang digunakan yaitu keluarga *copula elliptical* dan *copula archimedean* serta nilai *Cramer von-Mises Statistics* dari masing-masing copula. Berikut disajikan nilai parameter, Cvm, AIC, dan BIC dari *copula gaussian*, *student-t*, *clayton*, *gumbel*, *frank*, dan *joe*.

**Tabel 4.** Hasil estimasi parameter copula yang digunakan

Copula	$\theta$	P-value	CvM	Loglik	AIC	BIC
Normal	0.897	0.735	0.0747	21.16	-40.32	-38.95
T	0.958	0.975	0.0314	28.27	-52.54	-49.80
Clayton	5.129	0.772	0.0693	24.39	-46.78	-45.42
Gumbel	3.709	0.802	0.0643	21.05	-40.11	-38.74
Frank	21.672	0.991	0.0216	31.24	-60.49	-59.12
Joe	3.884	0.374	0.1436	14.48	-26.99	-25.62

Pemilihan model copula terbaik didasarkan atas nilai *Cramer von-Mises Statistics* terkecil. Sehingga berdasarkan tabel tersebut di atas terlihat bahwa model copula terbaik untuk variabel luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Sulawesi Selatan adalah *Copula Frank* dengan hasil estimasi parameter  $\theta$  sebesar 21,672. Hal yang sama juga terlihat dari *loglikelihood* terbesar yaitu pada copula frank dengan model sebagai berikut

$$C_{\theta}^{Fr}(u, v) = -\frac{1}{21,672} \ln \left( 1 + \frac{(e^{-21,672u} - 1)(e^{-21,672v} - 1)}{e^{-21,672} - 1} \right)$$

#### 4.3 Harga Premi Asuransi menggunakan copula Frank

Penentuan premi asuransi untuk komoditas kelapa sawit membutuhkan besaran kerugian, besaran klaim dan waktu kedatangan klaim. Data besaran kerugian diperoleh dengan membangkitkan 1000 data  $u$  dan  $v$  dengan menggunakan konsep copula frank dengan parameter 21,672. Kemudian mencari selisih antara hasil produksi dengan target produksi. Dalam penelitian ini diasumsikan target produksi sebesar 50 Ku/Ha.

Besaran klaim asuransi ditentukan dengan menggunakan persamaan (8) dengan kisaran harga kelapa sawit di Provinsi Sulawesi Barat yaitu Rp. 2.100/kg, dari besaran klaim yang diperoleh selanjutnya ditentukan pembayaran klaim per kerugian dengan menggunakan formula pada persamaan (10).

Untuk menentukan harga premi diperlukan adanya waktu kedatangan klaim yang dihitung dengan persamaan (9) sebanyak 1000 data dengan menggunakan nilai lambda yang diasumsikan sebesar 20.

Setelah menghitung besaran kerugian, frekuensi klaim waktu kedatangan klaim dan besaran klaim. Langkah selanjutnya adalah menentukan harga premi dari persamaan (11) dan (12) dengan besar bunga 5 % dan limit

polis Rp. 10.000.000 dengan *deductible* Rp. 1.000.000 diperoleh premi asuransi sebesar Rp. 43.533 / hektar.

Selanjutnya untuk tingkat bunga 5 % dan limit polis Rp. 10.000.000 dengan *deductible* yang berbeda-beda diperoleh besaran harga premi asuransi sebagai berikut:

**Tabel 5.** Harga premi asuransi dengan *deductible* berbeda-beda

Deductible	Premi
Rp. 0	Rp. 51.934
Rp. 1.000.000	Rp. 43.533
Rp. 1.500.000	Rp. 39.635
Rp. 3.000.000	Rp. 28.875
Rp. 4.500.000	Rp. 22.019

Dari tabel 5 terlihat bahwa besaran premi asuransi perkebunan kelapa sawit untuk bergantung pada besar *deductible* yang ditetapkan pada kontrak asuransi. Harga premi berbanding terbalik dengan *deductible* Semakin tinggi *deductible* maka harga preminya semakin kecil.

Selanjutnya, dengan menggunakan *deductible* Rp. 1.000.000, tingkat bunga 5 % dan limit polis yang berbeda-beda diperoleh besaran harga premi asuransi sebagai berikut:

**Tabel 6.** Harga premi asuransi dengan *limit polis* berbeda-beda

Limit Polis	Premi
Rp. 3.000.000	Rp. 23.825
Rp. 5.000.000	Rp. 32.232
Rp. 8.000.000	Rp. 41.381
Rp. 10.000.000	Rp. 43.533

Dari tabel 6 terlihat bahwa besaran premi asuransi untuk bergantung pada besar limit polis dari kontrak asuransi. Harga premi berbanding lurus dengan limit polis. Semakin tinggi limit polis maka harga preminya semakin besar.

Selanjutnya, dengan menggunakan *deductible* Rp. 1.000.000, limit polis Rp. 10.000.000 dengan tingkat yang berbeda-beda diperoleh besaran harga premi asuransi sebagai berikut:

**Tabel 7.** Harga premi asuransi dengan tingkat bunga berbeda-beda

Tingkat Bunga	Premi
0,03	Rp. 63.475
0,035	Rp. 57.380
0,04	Rp. 52.107
0,045	Rp. 47.527
0,05	Rp. 43.533

Dari tabel 7 terlihat bahwa besaran premi asuransi untuk bergantung pada besar tingkat bunga yang digunakan. Harga premi berbanding terbalik dengan tingkat bunga. Semakin tinggi tingkat bunga maka harga preminya

semakin kecil.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa data luas lahan dan hasil produksi perkebunan kelapa sawit di Provinsi Sulawesi Barat berdistribusi *Weibull* dengan parameter  $\beta = 0.5603498$  dan  $\lambda = 2694,446$ . Sedangkan parameter untuk data hasil produksi yaitu  $\beta = 0.4373659$  dan  $\lambda = 4892,153$ .

Model copula terbaik untuk variabel luas lahan dan hasil produksi kelapa sawit di Provinsi Sulawesi Selatan adalah *Copula Frank* dengan hasil estimasi parameter  $\theta$  sebesar 21,672.

Besaran premi asuransi pertanian untuk komoditas kelapa sawit untuk bergantung pada besar *deductible*, limit polis dan tingkat bunga.

## VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM Universitas Sulawesi Barat yang telah mendanai kegiatan penelitian ini.

## REFERENSI

- [1] Badan Pusat Statistik Sulawesi Barat, "Provinsi Sulawesi Barat dalam Angka 2022," Mamuju, 2022.
- [2] Kanwil Ditjen Perbendaharaan Provinsi Sulawesi Barat, *Kajian Fiskal Regional Provinsi Sulawesi Barat Tahun 2018*. Mamuju, 2019.
- [3] K. P. Ditjenbun, "Statistik Perkebunan Unggulan Nasional 2019-2021," 2021.
- [4] M. K. Ardiasyah, A. P. Sembiring, F. Bahari, and A. A. Bunyamin, "Laporan Perekonomian Provinsi Sulawesi Barat," 2023.
- [5] A. R. Firohmatillah, "Risiko Agribisnis Diversifikasi Usaha," Bandung, 2019.
- [6] H. Okta Pintari and R. Subekti, "Value at Risk (VaR) Menggunakan Metode GARCH-Vine Copula pada Portofolio Value at Risk (VaR) using GARCH-Vine Copula Method at Portfolio," *JKTMJurnal Kaji. dan Terap. Mat.*, vol. 7, no. 3, pp. 1–12, 2018.
- [7] A. Apriyanto, "Penentuan Harga Premium Asuransi Tanaman Sagu di Kabupaten Luwu Menggunakan Copula FGM," *J. Ilm. Sains*, vol. 20, no. 2, p. 100, 2020.
- [8] R. B. Nelsen, *Springer Series in Statistics*, vol. 27, no. 2. New York: Springer, 2006.
- [9] I. A. G. K. Putri, K. Dharmawan, and N. K. T. Tastrawat, "Perhitungan Harga Premi Asuransi Pertanian Yang Berbasis Indeks Curah Hujan Menggunakan Metode Black Scholes," *E-Jurnal Mat.*, vol. 6, no. 2, p. 161, 2017.
- [10] A. A. Sulaiman, Shahyuti, Sumaryanto, and I. Inounu, *Asuransi Pengayom Petani*, no. 19. Jakarta: IAARD Press, 2018.
- [11] Darwis, "Analisis Hubungan Dan Prediksi Indeks Harga Saham Gabungan Dengan Faktor Makroekonomi Melalui Pendekatan Copula Darwis," Institut Pertanian Bogor, 2016.
- [12] J. R. Budiani, Sutikno, and Purhadi, "Analisis Hubungan Dan Pemodelan Luas Panen Padi Dengan Indikator El-Nino Southern Oscillation (ENSO) Di Kabupaten Bojonegoro Melalui Pendekatan Copula Dan Regresi Robust M-Estimation," *Jur. Stat. FMIPA, Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, vol. 4, no. 2, pp. 127–132, 2015.
- [13] F. B. Kaman and H. Olmuş, "A New Form of Farlie-Gumbel-Morgenstern Copula :," *J. Stat. Theort Appl.*, vol. 20, no. June, pp. 328–339, 2021.
- [14] E. S. P. Situmorang, B. Susanto, and L. R. Sasongko, "Estimasi Parameter Copula Plackett Untuk Data Bivariat Melalui Metode Generalized Linear Model Pada Regresi Mediannya," *d'CARTESIAN*, vol. 9, no. 2, p. 105, 2020.
- [15] J. Krouthén, "Extreme joint dependencies with copulas A new approach for the structure of C-Vines," Swedia, 2015.
- [16] N. Lewaherilla and G. Haumahu, "Perhitungan Premi Dengan Penerapan Deductible Pada Model Aktuaria Untuk Sickness Insurance Pertanggungans Satu Tahun," *Var. J. Stat. Its Appl.*, vol. 1, no. 1, pp. 39–45, 2019.