BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan dibahas mengenai landasan teori sebagai bahan pendukung tujuan penelitian yang akan digunakan pada bab selanjutnya.

2.1. Asuransi

Pada pasal 246 Kitab Undang-undang Hukum Perniagaan atau Wetboek van Koophandel memberikan definisi tentang asuransi, "Asuransi atau pertanggungan adalah suatu perjanjian, dengan seorang penanggung mengikatkan diri kepada seorang tertanggung, menerima suatu premi untuk memberikan penggantian kepadanya karena suatu kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan, yang mungkin akan dideritanya karena suatu peristiwa yang tak tertentu". Definisi asuransi menurut UU No. 2 Tahun 1992 tentang Usaha Perasuransian Bab 1 Pasal 1, "Asuransi atau pertanggungan perjanjian antara dua pihak atau lebih dengan mana pihak penanggung mengikatkan diri kepada tertanggung, dengan menerima premi asuransi, memberikan penggantian kepada tertanggung karena kerugian, kerusakan atau kehilangan keuntungan yang diharapkan atau tanggungjawab hukum kepada pihak ketiga yang mungkin akan diderita tertanggung, yang timbul dari suatu peristiwa yang tidak pasti, atau memberikan suatu pembayaran yang didasarkan atas meninggal atau hidupnya seorang yang tertanggung". Definisi tersebut akan lebih mudah dipahami bila dibandingkan dengan pengertian asuransi yang tercantum dalam Kitab Undang-undang Hukum Dagang pasal 246 (Hasyim Ali A, 2002).

2.2. Asuransi Indeks Iklim

Menurut (Biro Perasuransian, Badan Pengawas Pasar Modal dan Lembaga Keuangan (BAPEPAM-LK Departemen Keuangan Republik Indonesia, 2012), Asuransi Indeks Iklim adalah asuransi yang memberikan penggantian atas kerugian akibat penurunan tingkat panen atau kegagalan panen yang dikaitkan dengan cuaca. Contoh : curah hujan yang berlebihan, atau curah hujan yang kurang (kekeringan). Sistem ini memberikan pebayaran pada pemegang polis manakala terpenuhi kondisi cuaca/iklim yang tidak diharapkan (Indeks Iklim) tanpa harus ada bukti kegagalan panen. Asuransi ini dapat mempercepat penerimaan petani terhadap teknologi adaptasi atau integrasi informasi prakiraan musim/iklim dalam membuat keputusan. Dalam sistem asuransi indeks iklim, yang diasuransikan ialah indeks iklimnya dan bukan tanamannya. Pembayaran dilakukan berdasarkan apakah indeks iklim yang ditetapkan dicapai pada periode pertumbuhan tanaman yang diasuransikan.

Menurut Manuamorn (2010), beberapa keuntungan asuransi indeks iklim adalah :

1. Tidak ada moral hazard, tidak tergantung pada perilaku individu,
2. Tidak ada anti seleksi (*Adverse Selection*) dalam konteks subsidi silang karena didasarkan pada banyaknya ketersediaan informasi (seperti data iklim runut waktu). Hal ini membantu menghindari situasi dengan hanya orang-orang dengan risiko tinggi saja (yang memiliki pengetahuan lebih tentang risiko mereka yang mengasuransikan),
3. Biaya administrasi rendah,
4. Struktur transparan,
5. Fleksibel, dapat digabungkan dengan fasilitas lain.

Indeks iklim untuk asuransi dapat dikembangkan dengan menggunakan unsur iklim lain yang terkait dengan bencana yang sedang menjadi perhatian. Misalnya, di Filipina indeks asuransi yang digunakan untuk melindungi petani dari bencana angin topan ialah kecepatan angin dan jalur angin topan yang dapat dipantau melalui satelit. Bagi petani yang mengikuti polis asuransi ini, apabila dari data satelit terlihat lahan petani peserta polis dilewati oleh jalur angin topan yang kecepatannya melebihi nilai indeks kecepatan angin yang sudah ditetapkan, maka petani akan langsung otomatis menerima klaim pembayaran sesuai dengan nilai pertanggungan tanpa harus ada penilaian ke lapangan. Negara Kenya juga mengembangkan indeks asuransi untuk ternak yang menggunakan data *Normalized Differential Vegetation Index* (NDVI) yang diproses dari satelit (Mude dkk, 2012).

2.3. Hubungan Antara Kekeringan dan Curah Hujan dengan Produksi Tanaman Karet

Kekeringan yang berkepanjangan akan menyebabkan gangguan terhadap pertumbuhan tanaman karet, antara lain sebagai berikut:

1. Dampak pada tanaman di pembibitan, pohon di bedeng pembibitan akan berguguran daunnya dan selanjutnya produksi mata tunas untuk okulasi akan menurun. Kekeringan akan menghambat pertumbuhan bibit karet akibat daun yang berguguran karena kekurangan air.
2. Dampak pada tanaman yang belum menghasilkan (TBM), pertumbuhan tanaman belum menghasilkan menjadi terhambat dan kritis terhadap kebakaran. Kekeringan juga berdampak pada terganggunya proses fotosintesis sehingga pertumbuhan tanaman belum menghasilkan menjadi terhambat. Kondisi tersebut dapat berakibat pada periode penyadapan menjadi mundur.
3. Dampak pada tanaman menghasilkan (TM), TM ialah tanaman karet yang telah berusia lebih dari sama dengan 5 tahun. Produksi lateks pada TM akan mengalami penurunan dari produksi normal. Bahkan jika kemarau semakin panjang, pohon karet tidak dapat disadap sebagai akibat terhambatnya aliran lateks karena kurangnya kadar air (Rusli dan Heryana.N, 2015).

Curah hujan dan suhu minimum pada suatu kawasan dapat menjadi faktor utama yang mempengaruhi pola produksi dan pertumbuhan tanaman. Curah hujan mempengaruhi ketersediaan air tanah yang akan terkait dengan produksi lateks. Kadar air tanah yang rendah menyebabkan produktivitas lateks menjadi rendah, sedangkan suhu rata-rata dipengaruhi oleh letak geografis suatu kawasan. Semakin jauh jarak suatu kawasan dari garis khatulistiwa, semakin rendah suhu rata-rata tahunan dan semakin panjang periode kering (Junaidi dkk, 2015).

Di kawasan dengan curah hujan 1.500-3.000 mm/tahun, diperlukan distribusi curah hujan yang merata sepanjang tahun. Kawasan dengan curah hujan 2.000-3000 mm/tahun diperlukan satu bulan kering dan pada kawasan dengan curah hujan 3.000-4.000 mm/tahun diperlukan 2-3 bulan kering agar perkembangan penyakit akar dan daun terputus (Siregar.T dan Suhendry.I, 2013).

2.4. Statistik Deskriptif

Statistik deskriptif adalah bagian statistika mengenai pengumpulan data, penyajian, penentuan nilai-nilai statistika, pembuatan diagram atau gambar mengenai sesuatu hal. Peringkasan data dalam statistik deskriptif dibedakan dalam dua ukuran, yaitu pemusatan (median, *mean*, modus, kuartil, dll) dan penyebaran (varians, standar deviasi, simpangan kuartil, dll) (Nasution, 2016). Berikut merupakan beberapa ukuran pemusatan dan penyebaran data yang umum digunakan:

2.4.1 *Mean* (Rata-rata)

Mean adalah nilai rata-rata dari beberapa buah data. Nilai rata-rata dapat ditentukan dengan membagi jumlah data dengan banyaknya data. *Mean* atau rata-rata adalah suatu ukuran pemusatan data. Rata-rata tidak dapar digunakan sebagai ukuran pemusatan untuk jenis data nominal dan ordinal.

Berdasarkan definisi dari *mean* adalah jumlah seluruh data dibagi dengan banyaknya data. Jika terdapat N data dengan data terdiri dari X_1, X_2, X_3, …,X_N ditunjukkan oleh $\overline{X}$ dan didefinisikan sebagai :

$$\overline{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots + X_N}{N}, \tag{2.1}$$

keterangan :

$\overline{X}$ = rata-rata dari beberapa buah data,

X_N = data ke-N,

N = banyaknya data.

(Susila, 1984)

2.4.2 Varians

Varians adalah rata-rata hitung dan kuadrat simpangan setiap pengamatan terhadap rata-rata hitungnya. Varians suatu himpunan data didefinisikan sebagai kuadrat standar deviasi, sehingga diberikan s^2 yang mewakili varians sampel. Varians sampel (s^2) diformulasikan sebagai berikut :

$$s^2 = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2, \tag{2.2}$$

di mana $(X_i - \overline{X})$ adalah simpangan (deviasi) dan observasi terhadap rata-rata sampel (J. Supranto, 2000).

2.4.3 Standar Deviasi

Di antara ukuran-ukuran disperse atau variasi, standar deviasi adalah yang paling banyak dipergunakan, sebab mempunyai sifat matematis yang sangat penting dan berguna sekali untuk pembahsan teori dan analisis. Standar deviasi dapat didefinisikan sebagai :

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \overline{X})^2}{n}}, \qquad (2.3)$$

keterangan :

s = standar deviasi,

X_i = data ke-i,

$\overline{X}$ = nilai rata-rata data.

n = banyaknya data.

(J. Supranto, 2000)

2.5. Koefisien Korelasi

Analisis Koefisien Korelasi digunakan untuk mengetahui kekuatan hubungan antara korelasi kedua variabel di mana variabel lainnya dianggap berpengaruh dikendalikan atau dibuat tetap (variabel *control*). Tes hipotesis digunakan untuk menentukan tingkat signifikansi korelasi linear antara dua variabel. Berikut merupakan persyaratan yang digunakan dalam tes hipotesis untuk korelasi (menggunakan tes statistik r). Nilai r pada tabel yang terdapat pada lampiran C merupakan nilai kritis r yang digunakan sebagai nilai acuan dalam uji validitas suatu penelitian. Validitas maksudnya ialah standar atau dasar ukuran yang menujukkan sebuah ketetapan interpretasi suatu prosedur evaluasi sesuai dengan tujuan pengukurannya. Berikut adalah hipotesis yang berlaku pada penelitian ini :

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada korelasi linier),

$H_1 : \rho \neq 0$ (ada korelasi linier).

Dengan keputusan sebagai berikut :

- Jika $|r| >$ nilai kritis dari koefisien korelasi r, tolak H_0 dan menyimpulkan bahwa terdapat cukup bukti untuk mendukung klaim korelasi linear.
- Jika $|r| \leq$ nilai kritis, gagal tolak H_0 dan menyimpulkan bahwa tidak terdapat cukup bukti untuk mendukung klaim korelasi linear.

Variabel yang diteliti adalah data rasio maka teknik statistik yang digunakan adalah korelasi *Pearson Product Moment* (Sugiyono, 2015). Misalkan

$(X_1, Y_1), (X_2, Y_2), \ldots, (X_n, Y_n)$ yang merupakan sampel acak distribusi normal bivariat, nilai koefisien korelasi dengan menggunakan metode analisis korelasi *Pearson Product Moment* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2 . \sum_{i=1}^{n}(Y_i - \bar{Y})^2}}, \tag{2.4}$$

Formula untuk mendapatkan nilai r_{xy} dapat juga ditulis dengan :

$$r_{xy} = \frac{S_{xy}}{\sqrt{S_{xx}S_{yy}}}, \tag{2.5}$$

keterangan:

r_{xy} = Nilai yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan linier antara Variabel independen (x) dan variabel dependen (y),

X_i = Variabel independen ke-i,

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata variabel independen (x),

Y_i = Variabel dependen ke-i,

$\bar{Y}$ = Nilai rata-rata variabel dependen (y),

S_{xy} = Standar deviasi variabel xy,

S_{yy} = Standar deviasi variabel y,

S_{xy} = Standar deviasi variabel x.

(Wackerly, 2008)

Tes hipotesis signifikansi biasanya digunakan untuk menentukan apakah ada signifikan pada korelasi linier antara dua variabel. Berikut adalah metode *P-value* pada tes hipotesis untuk korelasi :

$H_0 : \rho = 0$ (tidak ada korelasi linier),

$H_1 : \rho \neq 0$ (ada korelasi linier).

dengan tes statistik :

$$t = \frac{r_{xy}}{\sqrt{\frac{1-(r_{xy})^2}{n-2}}}, \tag{2.6}$$

keterangan :

r_{xy} = Nilai yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan linier antara Variabel independen (x) dan variabel dependen (y),

n = Banyaknya sampel data.

Jika *p-value* kurang dari atau sama dengan tingkat signifikansi (0.05), maka tolak H_0 dan dapat disimpukan bahwa terdapat cukup bukti untuk klaim ada korelasi linier. Sebaliknya, jika *p-value* lebih besar dari tingkat signifikansi (0.05), maka gagal tolak H_0 dan bahwa tidak terdapat cukup bukti untuk mendukung klaim ada korelasi linier di antara dua variabel (Triola, 2010).

2.6. Distribusi Normal

Distribusi normal merupakan distribusi paling penting dalam bidang statistik. Banyak gejala yang muncul di industri, alam, dan penelitian yang dapat digambarkan dengan baik oleh kurva distribusi normal. Kurva distribusi normal berbentuk seperti lonceng dan persamaannya pertama kali ditemukan pada tahun 1733 oleh Abraham DeMoivre. Distribusi ini disebut juga distribusi Gauss, untuk menghormati Karl Fredrich Gauss (1777-1855), yang juga menemukan persamaannya waktu meneliti galat dan pengukuran yang berulang-ulang mengenai bahan yang sama.

Suatu distribusi data dikatakan berdistribusi normal apabila data berdistribusi simetris, yaitu bila nilai rata-rata, median dan modus sama. Karateristik distribusi normal, antara lain :

1. Grafiknya akan selalu di atas sumbu datar X
2. Bentuknya simetris terhadap $x = \mu$
3. Mempunyai satu modus
4. Grafiknya mendekati sumbu datar x
5. Luas daerah grafik selalu sama dengan satu satuan unit persegi.

Bentuk kurva yang tidak memiliki kriteria di atas dikenal dengan distribusi tidak simetrisa (berbentuk menceng ke kiri atau ke kanan dan tidak memenuhi kaidah normal).

Persamaan matematika distribusi peluang peubah normal kontinu bergantung pada dua parameter, yaitu rataan μ dan simpangan baku σ. Sebuah variabel acak kontinu X dikatakan memiliki distribusi normal dengan parameter μ dan σ dengan

$-\infty < x < \infty$ dan $\sigma > 0$ jika fungsi kepadatan probabilitas (*pdf*) dari X adalah (Walpole, 1995) :

$$\int_{-\infty}^{x} f(x) = \int_{-\infty}^{x} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-1/2\left[\frac{x-\mu}{2}\right]^2} dx \tag{2.7}$$

keterangan :

$f(x)$ = fungsi kepadatan probabilitas

σ = standar deviasi

μ = rata-rata data

Pada *Microsoft Excel* untuk menentukan besar nilai fungsi kepadatan probabilitas normal, dapat menggunakan formula =NORMDIST(x, μ, σ) (Microsoft, 2020).

Terdapat lima sifat kurva normal sebagai berikut:

1. Modus; titik pada sumbu datar yang memberikan maksimum kurva, terdapat pada $x = \mu$
2. Kurva simetris terhadap sumbu tegak yang melalui rataan μ
3. Kurva mempunyai titik belok pada $x = \mu \pm \sigma$, cekung dari bawah bila $\mu - \sigma < X < \mu + \sigma$, dan cekung dari atas untuk nilai x lainnya
4. Kedua ujung kurva normal mendekati asimtot sumbu datar bila nilai x bergerak menjauhi μ baik ke kiri maupun ke kanan
5. Seluruh luas di bawah kurva dan di atas sumbu datar bernilai sama dengan 1.

2.7. Metode *Burn Analysis*

Pada penelitian yang dilakukan oleh Putri dkk (2017), metode *Burn Analysis* memiliki beberapa keuntungan, yaitu diasumsikan data yang digunakan berdasarkan data historis secara lengkap pada setiap periode untuk menganalisis risiko. Selain itu metode *Burn Analysis* memberikan indikasi pertama yang berguna tentang rata-rata dan hasil yang terjadi pada kejadian cuaca serta dampak yang dialami dalam segi finansial. Menentukan indeks curah hujan sebagai nilai *trigger* yang diasuransikan menggunakan metode *Burn Analysis* yang dikembangkan oleh IRI Columbia University adalah sebagai berikut (Hellmuth dkk, 2009):

a. Pada tahap awal, dilakukan perhitungan nilai curah hujan rata-rata dasarian pada periode yang akan diasuransikan (*indeks window*). *Indeks window* adalah periode selama musim tanam pada kontrak asuransi indeks yang diaplikasikan. Biasanya, kontrak asuransi indeks dibuat mulai tanggal awal dan akhir pada nilai indeks diukur. Indeks kekeringan, hanya akan mengindikasikan pembayaran jika curah hujan yang terukur di bawah nilai *trigger* selama periode yang ditentukan oleh *index window*. Jika curah hujan rendah di luar tanggal yang ditentukan oleh *index window*, tidak akan ada pembayaran. Persamaan untuk menghitung curah hujan dasarian adalah sebagai berikut:

$$Bulan_{dasarian\,1} = \sum (hari\ 1 : hari\ 10)\ , \tag{2.8}$$

$$Bulan_{dasarian\,2} = \sum (hari\ 11 : hari\ 20)\ , \tag{2.9}$$

$$Bulan_{dasarian\,3} = \sum (hari\ 21 : hari\ 30)\ , \tag{2.10}$$

Pada tahap ini dicari nilai "cap" dan total curah hujan rata-rata dasarian yang disesuaikan. Nilai "cap" merepresentasikan nilai rata-rata maksimum curah hujan yang dihitung untuk setiap periode sepuluh hari (Hellmuth dkk, 2009). Penentuan nilai "cap" berhubungan dengan nilai evapotranspirasi potensial harian (ETp). Berikut adalah tabel nilai rata-rata nilai ETp (mm/hari) untuk berbagai wilayah agroklimat yang disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Rata-rata nilai ETp (mm/hari) untuk berbagai wilayah agroklimat (Allen, 1998)

Wilayah	Rata-rata suhu harian (°C)		
	Dingin (~10 °C)	Sedang (~20 °C)	Hangat (>30°C)
Tropik dan subtropik			
Lembab dan sub lembab	2-3	3-5	5-7
Kering dan semi kering	2-4	4-6	6-8
Lembab dan sub lembab	1-2	2-4	4-7
Kering dan semi kering	1-3	4-7	6-9

Indonesia termasuk dalam kategori wilayah tropik lembab dengan rata-rata suhu harian mencapai 20°C, sehingga rata-rata nilai Etp yang tercatat berkisar antara 3-5 mm hari-1. Namun, hampir setiap wilayah di Indonesia menggunakan nilai Etp acuan sebesar 5 mm hari-1. Maka nilai "cap" untuk 10 harian adalah :

$$Cap_{dasarian} = 5mm\ x\ 10hari = 50\ mm, \tag{2.11}$$

Adjusted rainfall total atau curah hujan total yang disesuaikan adalah curah hujan yang telah dijumlahkan untuk setiap sepuluh hari (dasarian) selama periode yang diasuransikan. Jika jumlah curah hujan untuk periode sepuluh hari kurang dari "cap", maka digunakan curah hujan total untuk periode tersebut. Namun, jika dalam sepuluh hari total curah hujan lebih dari "cap", maka "cap" lah yang digunakan.

b. Tahap kedua menentukan jumlah curah hujan dasarian yang telah disesuaikan untuk setiap tahunnya. Nilai curah hujan yang telah disesuaikan (*adjusted rainfall total*) pada masing-masing periode yang diasuransikan dihitung dengan cara dijumlahkan untuk setiap periode sepuluh hari. Setelah penyesuaian dibuat, total dari per sepuluh hari curah hujan kemudian ditambahkan bersama-sama untuk menghitung total curah hujan yang disesuaikan untuk seluruh *indeks window*.

$$\begin{array}{c}Jumlah\ curah\ hujan\\ dasarian\end{array} = \sum \begin{array}{c}curah\ hujan\ yang\ telah\\ disesuaikan\ setiap\ dasarian,\end{array} \tag{2.12}$$

c. Penyusunan data curah hujan yang telah disesuaikan (setiap tahunnya) dari atas ke bawah mulai dari curah hujan tertinggi hingga terendah (memberikan *ranking*).

$$\begin{array}{c}Indeks\ curah\\ hujan\end{array} = SORT\ (curah\ hujan\ yang\ telah\ disesuaikan), \tag{2.13}$$

d. Penentuan nilai *trigger* (K) berdasarkan hasil perhitungan menggunakan metode *Burn Analysis*, yaitu dengan mencari persentil data (Estiningtyas, 2015). Persentil merupakan nilai yang membagi data menjadi seratus bagian sama besar (Wahyu, 2014).

2.8. Persentil Data

Suatu rangkaian data persentil akan membagi distribusinya menjadi seratus bagian yang sama besar (Pratikno, 2020). Terhadap data yang tidak berkelompok, berlaku persamaan untuk mencari letaknya sebagai berikut :

$$Persentil\ (P_i), nilai\ yang\ ke\ : \frac{i.(N+1)}{100}, \tag{2.14}$$

keterangan :

x = Bilangan bulat,

N = Banyaknya data.

Persentil pertama (P_1) adalah suatu nilai dalam gugusan data yang mencakup 1% frekuensi di sebelah kiri. Kemudian, persentil kedua (P_2) yang mencakup 2%

frekuensi di sebelah kiri dan seterusnya hingga persentil kesembilan puluh sembilan. Sedangkan nilai dan letak persentil kelima puluh (P_{50}) adalah sama dengan harga pertengahan. Berikut contoh perhitungan nilai persentil (P_{55}) pada data dengan jumlah $N = 11$ ialah:

$$Persentil\ (P_{55}), nilai\ yang\ ke - 55 : \frac{55.(11+1)}{100} = nilai\ yang\ ke - 6{,}6$$

Maka, nilai $P_{55} = X_6 + 0{,}6\ (X_7 - X_6)$, dengan X_6 adalah data ke-6 dan X_7 adalah data ke-7 (Santoso dkk, 2007).

2.9. Uji Normalitas

Uji normalitas atau uji normalitas terhadap log data menjadi salah satu asumsi yang harus dipenuhi sebelum melakukan perhitungan premi asuransi dalam metode *Black*-Scholes (Dharmawan, dkk, 2016). Uji normalitas digunakan untuk mengetahui populasi data berdistribusi normal atau tidak. Pengujian dilakukan dengan menggunakan histogram. Untuk menguji apakah data-data tersebut memenuhi asumsi normalitas maka dilakukan uji normalitas dengan ketentuan sebagai berikut :

a. Jika data menyebar di sekitar garis diagonal dan mengikuti arah garis diagonal atau grafik histogramnya menunjukkan pola distribusi normal, maka model regresi tersebut memenuhi asumsi normalitas.
b. Jika data menyebar jauh dari diagonal dan / atau tidak mengikuti arah garis diagonal atau grafik histrogram tidak menunjukkan pola distribusi normal, maka model regresi tersebut tidak memenuhi asumsi normalitas (Santoso, 2016).

Setelah dilakukan uji normalitas dengan menggunakan histogram, kemudian dilakukan kembali uji normalitas dengan menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* menggunakan taraf signifikansi 0,05 (Cahyono, 2015). Pada uji *Kolmogorov-Smirnov* hipotesis yang diajukan adalah sebagai berikut:

H_0 : Data log yang diteliti berasal dari populasi berdistribusi normal,

H_1 : Data log yang diteliti tidak berasal dari populasi berdistribusi normal.

Andaikan $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$ merupakan nilai pada sampel acak (*random sample*). Misalkan $f(X_i)$ menyatakan nilai probabilitas atau peluang dari nilai X_i, sedangkan $F(X_i) = f(X \leq X_i)$ menyatakan nilai probabilitas kumulatif dari nilai X_i, dengan

$i = 1,2,3, \dots, k$. Selanjutnya, andaikan Z_i merupakan nilai normal (sampel) terstandarisasi dari hasil transformasi nilai X_i dan $F(Z_i) = f(Z \leq Z_i)$ menyatakan probabilitas kumulatif dari nilai normal Z_i terstandarisasi. Nilai normal Z_i terstandarisasi merupakan hasil transformasi dari nilai X_i yang dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$Z_i = \frac{X_i - \bar{X}}{s}, i = 1,2,3, \dots, k, \tag{2.15}$$

Perhatikan bahwa $\bar{X}$ merupakan rata-rata sampel sebagai estimasi dari rata-rata populasi μ, sedangkan s merupakan standar deviasi sampel sebagai estimasi dari standar deviasi populasi σ. Misalkan D_i menyatakan nilai mutlak dari selisih antara $F(Z_i)$ dan $F(X_i)$, yakni :

$$D_i = |F(Z_i) - F(X_i)|, i = 1,2,3, \dots, k, \tag{2.16}$$

Nilai D_i paling besar (*maximum*) atau D_{max} merupakan nilai statistik dari uji *Kolmogorov-Smirnov*. Nilai statistik dari uji ini kemudian dibandingkan dengan nilai kritis berdasarkan tabel distribusi *Kolmogorov-Smirnov* untuk pengambilan keputusan terhadap hipotesis. Berikut aturan pengambilan keputusan terhadap hipotesis berdarkan uji *Kolmogorov-Smirnov* :

$$jika\ D_{max} \leq nilai\ kritis, maka\ H_0\ diterima\ dan\ H_1\ ditolak,$$
$$jika\ D_{max} > nilai\ kritis, maka\ H_0\ ditolak\ dan\ H_1\ diterima.$$

(Prana, 2016)

2.10. Opsi

Opsi merupakan suatu kontrak di mana hak diberikan kepada individu, tetapi bukan suatu kewajiban untuk membeli instrument keuangan seperti halnya utang atau kekayaan lain pada harga khusus tanpa waktu yang tertentu atau tanggal tertentu. Perhitungan premi asuransi pertanian yang menggunakan kontrak opsi berkaitan dengan istilah *put cash or nothing*. Keadaan kontrak opsi yang mengasumsikan tingkat suku bunga bebas risiko (r) konstan dan semua investor opsi netral terhadap risiko (*risk-neutral* Q) sehingga nilai opsi jual tipe Eropa pada waktu t adalah :

$$P(S,t) = e^{-r(t)} E^Q[(K - S_t)^+] \tag{2.17}$$

Karena pada saat *risk neutral* nilai ekspektasi *return* μ akan sama dengan tingkat suku bunga bebas risiko r, maka harga saham pada waktu t setelah pembagian dividen adalah :

$$S_t = (S_0 - PV(q))e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)t+\sigma\sqrt{t}Y} \qquad (2.18)$$

Dengan nilai awal atau *present value* dividen $PV(q) = qe^{-r(t)}$ dan $Y \sim N(0,1)$ (Kishimoto, 2010).

Harga opsi jual tipe Eropa dengan pembagian dividen pada keadaan *constant market* ialah :

$$P(S,t) = Ke^{-r(t)}N(-d_2) - (S_0 - qe^{-r(t)})N(-d_1), \qquad (2.19)$$

keterangan :

$P(S,t)$	= Nilai premi asuransi atau harga opsi *Put*,
$N(-d_2)$	= fungsi distributif kumulatif $-d_2$,
$N(-d_1)$	= fungsi distributif kumulatif $-d_1$,
S_0	= jumlah curah hujan tahunan saat ini (mm),
K	= nilai *trigger* atau jumlah curah hujan yang diasuransikan (mm),
r	= tingkat suku bunga bebas risiko,
σ	= standar deviasi,
q	= tingkat dividen konstan,
t	= periode waktu pembayaran.

Berdasarkan Persamaan (2.10) dapat ditulis :

$$\begin{aligned} P(S,t) &= e^{-r(t)}E^q[(K - (S_0 - PV(q))e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)+\sigma\sqrt{t}Y})^+] \\ &= e^{-r(t)}\int_{-\infty}^{\infty} K - S_0 + PV(q)e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)+\sigma\sqrt{t}x})^+ \frac{1}{2\pi}e^{\left(\frac{-x^2}{2}\right)}dx \end{aligned} \qquad (2.20)$$

Karena,

$(K - (S_0 - PV(q))e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)+\sigma\sqrt{t}x} \geq 0$ atau $\left(S_0 - PV(q)\right)e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)} \quad e^{\sigma\sqrt{t}x} \leq K,$ maka hasil dari pernyataan di atas diperoleh :

$$e^{\sigma\sqrt{t}x} \leq \frac{K}{(S_0-PV(q))e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)}} \text{ atau } x \leq \frac{1}{\sigma\sqrt{t}}\left\{\ln\left(\frac{K}{(S_0-PV(q))}\right) - \left(r - \frac{\sigma^2}{2}\right)(t)\right\}$$

Lebih lanjut, dimisalkan bahwa :

$T_1 = \frac{1}{\sigma\sqrt{t}}\left\{\ln\left(\frac{K}{(S_0-PV(q))}\right)-\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)\right\}$, maka $P(S,t)$ menjadi :

$$P(S,t) = \frac{e^{-r(t)}}{\sqrt{2\pi}}\int_t^{\infty} Ke^{\left(\frac{-x^2}{2}\right)}dx - \frac{e^{-r(t)}}{\sqrt{2\pi}}\int_t^{\infty}(S_0 - PV(q))e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)+\sigma\sqrt{t}x}\; e^{\left(\frac{-x^2}{2}\right)}dx$$

$$= \frac{Ke^{-r(t)}}{\sqrt{2\pi}}\int_{T_1}^{\infty} e^{\left(\frac{-x^2}{2}\right)}dx - \frac{e^{-r(t)}}{\sqrt{2\pi}}\int_{T_1}^{\infty}(S_0 - PV(q))e^{\left(r-\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)+\sigma\sqrt{t}x}\; e^{\left(\frac{-x^2}{2}\right)}dx$$

Kemudian substitusikan $y = x - \sigma\sqrt{t}$, maka $P(S,t)$ menjadi :

$$P(S,t) = Ke^{-r(t)}\big(1-N(T_1)\big) - \frac{(S_0 - PV(q))}{\sqrt{2\pi}}\int_{T_{1-}\,\sigma\sqrt{t}}^{\infty} e^{\left(\frac{-y^2}{2}\right)}dx$$

$$= Ke^{-r(t)}\big(1-N(T_1)\big) - (S_0 - PV(q))(1 - N(T_{1-}\,\sigma\sqrt{t}) \qquad (2.21)$$

dengan,

$$N(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_{-\infty}^{x} e^{\left(\frac{-s^2}{2}\right)}ds$$

dengan $N(x)$ merupakan fungsi distributif kumulatif untuk distribusi normal.

Karena,

$T_1 - \sigma\sqrt{t} = \frac{1}{\sigma\sqrt{t}}\left\{-\ln\left(\frac{(S_0-PV(q))}{K}\right)-\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)\right\}$ dan dengan identitasnya ialah $N(x)+N(-x) = 1$, maka diperoleh :

$$1 - N(T_1 - \sigma\sqrt{t}) = N\big(-T_1 + \sigma\sqrt{t}\big)$$

$$= N\left(\frac{1}{\sigma\sqrt{t}}\left\{\ln\left(\frac{(S_0-PV(q))}{K}\right)-\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)\right\}\right). \qquad (2.22)$$

Dengan cara yang sama diperoleh :

$$1 - N(T_1) = N(-T_1) \qquad (2.23)$$

$$= N\left(\frac{1}{\sigma\sqrt{t}}\left\{\ln\left(\frac{(S_0 - PV(q))}{K}\right)-\left(r+\frac{\sigma^2}{2}\right)(t)\right\}\right).$$

Selanjutnya, substitusikan Persamaan (2.22) dan (2.23) ke dalam Persamaan (2.21) maka diperoleh persamaan *Black-Scholes* untuk harga opsi jual tipe Eropa dengan pembagian dividen dalam keadaan *constant market* sebagai berikut :

$$P(S,t) = Ke^{-r(t)}\big(1-N(T_1)\big) - (S_0 - PV(q))(1 - (N(T_1 - \sigma\sqrt{t}))$$

$$= Ke^{-r(t)}\big(1 - N(d_2)\big) - (S_0 - PV(q))(1 - (N(d_1))$$

$$= Ke^{-r(t)}N(-d_2) - (S_0 - qe^{-r(t)})N(-d_1) \quad \square$$

dengan,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0 - PV(q)}{K}\right) + (r + 0.5\sigma^2)(t)}{\sigma\sqrt{t}}, \tag{2.24}$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}\,, \tag{2.25}$$

(Anita, 2010)

2.11. Premi

Premi asuransi merupakan sejumlah uang yang dibayarkan oleh seorang pemegang polis kepada perusahaan asuransi sebagai imbalan atas beralihnya risiko pemegang polis kepada perusahaan asuransi. Ada sejumlah kesamaan antara asuransi indeks iklim dengan opsi *put cash or nothing*. Oleh karena itu, asuransi berbasis indeks dapat dicari atau diartikan dengan menggunakan prinsip *opsi cash or nothing*. Untuk menentukan harga asuransi indeks dengan menggunakan *Black-Scholes* terdapat beberapa hal yang harus dipertimbangkan, antara lain :

1. Nilai *trigger* dalam asuransi indeks adalah R_T,
2. Struktur pembayaran asuransi indeks bersifat *lump sum* atau kontrak yang telah sesuai dengan pesyaratan yang telah disepakati dengan jumlah harga yang pasti, tertentu dan tetap yang disetujui secara tertulis,
3. Indeks iklim mengikuti distribusi normal (Okine, 2014).

Bagian penting pada asuransi indeks iklim adalah kontrak asuransi berdasarkan parameter objektif (contoh. pada indeks curah hujan atau suhu) di stasiun pengukur cuaca yang ditentukan selama periode waktu tertentu yang telah disepakati. Pemegang polis asuransi menerima pembayaran jika nilai indeks curah hujan bernilai dibawah besaran *trigger* data curah hujan historis. Pemilik kontrak opsi *cash or nothing* akan menerima sejumlah $P(S,t)$ rupiah saat kontrak jatuh tempo saat $S_t < K$, atau menerima 0 rupiah (tidak menerima apapun) saat $S_t \geq K$ sehingga nilai premi ditentukan saat memiliki nilai S_t maksimal sebesar 0 dan diasumsikan nilai dividen konstan sebesar 0. Misalkan P menunjukkan pembayaran sekaligus dari kontrak asuransi, maka nilai premi asuransi pertanian berbasis indeks curah hujan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$Premi = P.e^{-r(t)}N(-d_2), \quad (2.26)$$

keterangan:

P = Nilai pertanggungan sekaligus dari kontrak asuransi (Rp),

r = Tingkat bunga bebas risiko pada interval (t),

$N(-d_2)$ = Fungsi Distributif Kumulatif normal $-d_2$,

t = Periode pembayaran kontrak asuransi.

dengan,

$$d_1 = \frac{\ln\left(\frac{S_0}{K}\right) + (r + 0.5\sigma^2)(t)}{\sigma\sqrt{t}}, \quad (2.27)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t}\,, \quad (2.28)$$

(Okine, 2014)

2.12. Penelitian Terdahulu

Berikut adalah rangkuman hasil penelitian terdahulu yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang telah dilakukan. Penjelasan berupa data yang digunakan dalam penelitian, permasalahan, dan kesimpulan setelah dilakukan penelitian terdapat dalam bagian ini.

Tabel 2. 2 Penelitian terdahulu

No	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Anggraeni dkk, 2018	Metode : Data sekunder diambil selama 10 tahun 2008 hingga 2017. Data tersebut meliputi : (1) Data rata-rata triwulan produksi kakao, (2) Data suhu permukaan rata-rata harian. Keterkaitan yang kuat antara 2 data tersebut digunakan sebagai jaminan bagi perusahaan asuransi. Penentuan nilai *trigger* menggunakan metode *burn analysis* dan penentuan nilai premi dengan opsi *put cash or nothing* menggunakan metode *black-scholes*.

		Hasil : Hasil perhitungan premi asuransi komoditas kakao berbasis indeks suhu permukaan diperoleh besaran premi dengan *trigger* yang berbeda-beda. Penelitian ini menawarkan lima pilihan premi asuransi yang dapat dibayarkan.
2	Lestari dkk, 2017	Metode : Data yang digunakan ialah data harga internasional komoditas kopi diperoleh dari *ICO* periode Januari 2001 – Desember 2015 dan data harga lokal komoditas kopi periode Januari 2004 - Desember 2015. *Model Mean Reversion* dengan lompatan dapat dipakai untuk menentukan nilai premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional. Dalam menentukan nilai premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional menggunakan opsi *put cash-or-nothing* untuk nilai *trigger* yang berbeda-beda. Hasil : Perhitungan premi asuransi pertanian pada komoditas kopi berbasis harga internasional diperoleh besaran premi dengan nilai *trigger* yang berbeda-beda. Dalam Penelitian ini ditawarkan lima pilihan premi asuransi.
3	Putri dkk, 2017	Metode : Data yang digunakan ialah data caturwulan produksi padi Kota Denpasar selama 18 tahun mulai tahun 1998-2015 dan data curah hujan Kota Denpasar bulanan yang diubah ke dalam caturwulan selama 18 tahun dari tahun 1998-2015. Metode *Black-Scholes* digunakan untuk menentukan atau menghitung premi asuransi ketika hasil produksi mengalami penurunan dibawah standar karena dipengaruhi oleh curah hujan. Hasil : Nilai premi yang harus dibayarkan dihitung berdasarkan indeks curah hujan yang memiliki korelasi kuat, serta perhitungan biaya input produksi padi dalam satu hektar di Kota Denpasar tahun 1998 sampai dengan

	tahun 2015. Curah hujan yang semakin tinggi memengaruhi peningkatan pembayaran premi yang harus dibayarkan.