

## Estimasi Volatilitas *Return* Harga Kakao Menggunakan Model ARCH dan GARCH

*Estimating the Volatility of Cocoa Price Return with ARCH and GARCH Models*

Lya Aklimawati<sup>1\*)</sup> dan Teguh Wahyudi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, Jl. PB. Sudirman No. 90 Jember, Indonesia

<sup>\*)</sup>Alamat penulis (*corresponding author*): lya.akli@gmail.com

Naskah diterima (*received*) 7 Mei 2013, disetujui (*accepted*) 21 Juli 2013

### Abstrak

Perubahan dinamika pasar sebagai akibat liberalisasi perdagangan memberikan dampak terhadap fluktuasi harga komoditas pertanian. Pergerakan harga kakao yang sangat volatil dan fluktuatif mencerminkan adanya risiko harga dan pasar. Ketidakpastian harga dan pasar dapat menyulitkan pelaku ekonomi untuk mengambil keputusan dan menentukan arah pengembangan usaha. Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui karakteristik pola pergerakan harga kakao pada pasar berjangka komoditas, dan 2) menganalisis volatilitas harga kakao menggunakan model alternatif ARCH dan GARCH. Penelitian dilakukan dengan mengamati pola pergerakan harga pada pasar berjangka dan menganalisis volatilitas dengan data sekunder periode 2008 - 2013. Sumber data berasal dari Intercontinental Exchange (ICE) Futures U.S. Reports. Hasil analisis menunjukkan bahwa model GARCH (1,1) merupakan model terbaik untuk mengestimasi nilai volatilitas *return* harga rerata kakao, karena memenuhi kriteria tiga uji diagnostik, yaitu uji efek ARCH, uji korelasi serial residual dan uji normalitas residual. Hasil uji efek ARCH memperlihatkan bahwa model GARCH tidak mengandung unsur heteroskedastisitas, karena nilai *p-value*  $\chi^2$  (0,640139) dan F-statistik (0,640449) lebih besar dari 0,05. Hasil uji korelasi serial residual juga menunjukkan nilai residual model GARCH (1,1) bersifat random, karena nilai statistik Ljung-Box (LB) pada *lag* ke-36 (43,421) lebih kecil dari nilai distribusi  $\chi^2$  (50,99). Hasil uji normalitas residual menyimpulkan residual model GARCH (1,1) berdistribusi normal, karena variabel AR (29), MA (29), RESID (-1) $^2$ , dan GARCH (-1) nyata secara statistik pada tingkat kepercayaan 5%. Nilai volatilitas yang semakin meningkat mengindikasikan adanya potensi risiko yang tinggi. Masalah risiko harga dapat dikurangi dengan peningkatan aktivitas pengelolaan risiko melalui kegiatan lindung-nilai pada perdagangan berjangka. Hasil penelitian ini juga memberikan pandangan bagi pelaku ekonomi untuk bahan pertimbangan pengambilan keputusan dan penentuan waktu *hedging*.

**Kata kunci:** Volatilitas, harga, kakao, GARCH, risiko, pasar berjangka

### Abstract

*Dynamics of market changing as a result of market liberalization have an impact on agricultural commodities price fluctuation. High volatility on cocoa price movement reflect its price and market risk. Because of price and market uncertainty, the market players face some difficulties to make a decision in determining business development. This research was conducted to*

1) understand the characteristics of cocoa price movement in cocoa futures trading, and 2) analyze cocoa price volatility using ARCH and GARCH type model. Research was carried out by direct observation on the pattern of cocoa price movement in the futures trading and volatility analysis based on secondary data. The data was derived from Intercontinental Exchange (ICE) Futures U.S. Reports. The analysis result showed that GARCH is the best model to predict the value of average cocoa price return volatility, because it meets criteria of three diagnostic checking, which are ARCH-LM test, residual autocorrelation test and residual normality test. Based on the ARCH-LM test, GARCH (1,1) did not have heteroscedasticity, because *p*-value  $\chi^2$  (0.640139) and *F*-statistic (0.640449) were greater than 0.05. Results of residual autocorrelation test indicated that residual value of GARCH (1,1) was random, because the statistic value of Ljung-Box (LB) on the 36<sup>th</sup> lag is smaller than the statistic value of  $\chi^2$ . Whereas, residual normality test concluded the residual of GARCH (1,1) were normally distributed, because AR (29), MA (29), RESID (-1) $^2$ , and GARCH (-1) were significant at 5% significance level. Increasing volatility value indicate high potential risk. Price risk can be reduced by managing financial instrument in futures trading such as forward and futures contract, and hedging. The research result also give an insight to the market player for decision making and determining time of hedging.

**Key words:** Volatility, price, cocoa, GARCH, risk, futures trading

## PENDAHULUAN

Kakao merupakan komoditas perkebunan yang telah diperdagangkan baik melalui pasar fisik (*spot*) maupun pasar berjangka. Perbedaan mendasar perdagangan kakao pada pasar fisik dan pasar berjangka adalah pada mekanisme transaksi jual-beli komoditas tersebut. Kondisi pasar yang terjadi pada pasar berjangka memiliki pengaruh dan hubungan yang sangat erat dengan pasar fisik, terutama perubahan harga dan waktu penyerahan komoditas. Saat ini, perkembangan pola perdagangan dunia komoditas perkebunan khususnya kakao mengikuti perubahan kondisi pasar yang terjadi di pasar internasional atau pasar berjangka. Kakao termasuk salah satu komoditas ekspor unggulan dari sektor perkebunan yang diperdagangkan di pasar internasional, sehingga memiliki kontribusi dalam hal pemasukan pendapatan dan devisa negara. Kondisi perkembangan perdagangan tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan Hutabarat (2004) pada komoditas kopi.

Pergeseran pasar ke arah pasar bebas akan memberikan dampak tersendiri terhadap mekanisme pasar komoditas pertanian, khususnya di pasar domestik. Dampak yang ditimbulkan adalah adanya dinamika harga yang fluktuatif dan arah kebijakan perdagangan (Rachman, 2003), ketidaksempurnaan pasar dan dominasi kekuatan pasar oleh pelaku pasar internasional (Dradjat, 2011).

Harga kakao cenderung memiliki volatilitas yang tinggi dengan gejolak harga yang relatif tajam dari waktu ke waktu. Pada umumnya, pengukuran volatilitas harga sering dilakukan oleh para pelaku ekonomi di pasar uang dan pasar modal. Akan tetapi, kecenderungan volatilitas yang tinggi juga terefleksi dalam pola pergerakan harga yang terjadi pada pasar komoditas pertanian. Oleh karena itu pengukuran volatilitas harga juga relevan dilakukan pada pasar komoditas (Sumaryanto, 2009).

Volatilitas merupakan pola ragam varian dari data deret waktu terutama data

keuangan (Engle, 2004), misalnya indeks harga saham, inflasi, tingkat suku bunga, nilai tukar dan sebagainya. Volatilitas yang tinggi ditunjukkan melalui pergerakan data yang naik turun secara dinamis, pada suatu tahap, fluktuasi data sangat tinggi kemudian diikuti fluktuasi rendah dan bergerak naik kembali. Dalam arti luas, fluktuasi harga merupakan pergerakan naik turunnya harga sebagai akibat pengaruh perilaku permintaan dan penawaran. Sementara itu volatilitas harga merupakan pengukuran statistik dari derajat variasi harga pada satu periode ke periode selanjutnya, sehingga tidak mengukur besarnya harga.

Analisis volatilitas harga sangat diperlukan oleh para pelaku ekonomi karena hasil analisisnya dapat digunakan untuk pengambilan keputusan terkait masalah risiko usaha. Sebagaimana dikemukakan sebelumnya, harga komoditas pertanian mempunyai volatilitas yang sangat tinggi. Dampak yang timbul dari data yang volatilitasnya tinggi adalah peubah galat memiliki varian yang tidak konstan. Dengan kata lain, variabilitas data harga yang relatif tinggi pada suatu waktu menunjukkan adanya kecenderungan kasus heteroskedastisitas. Adanya heteroskedastisitas dapat menyebabkan kesalahan dalam penarikan kesimpulan terhadap model, karena dugaan parameter koefisien regresi dengan metode OLS tidak bias, tetapi mempunyai galat baku terlalu besar. Oleh karena itu, metode lain untuk memodelkan perilaku data dengan volatilitas tinggi dapat menggunakan model *Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (ARCH) dan *Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity* (GARCH) (Engle, 2004).

Penelitian mengenai volatilitas harga terutama pada komoditas kakao masih terbatas dan belum banyak dilakukan. Sejauh yang diketahui, Hatane (2011) telah

melakukan kajian tentang volatilitas *return* harga kakao menggunakan model-model GARCH. Akan tetapi, penelitian tersebut menggunakan data harga spot kakao di Indonesia dan tidak menampilkan uji diagnostik terhadap masing-masing model yang diperoleh. Sehubungan dengan hal tersebut, penelitian ini akan memperluas riset tentang volatilitas harga kakao dengan menggunakan harga kakao di pasar internasional. Riset ini juga memperlihatkan uji diagnostik untuk mengevaluasi model ARCH beserta model variannya, agar didapatkan model terbaik untuk mengestimasi nilai volatilitas harga kakao.

Penelitian ini bertujuan untuk 1) mengetahui karakteristik pola pergerakan harga kakao pada pasar berjangka komoditas, 2) menganalisis volatilitas harga menggunakan model alternatif ARCH dan GARCH. Penelitian mengenai volatilitas harga menggunakan model ARCH-GARCH telah banyak dilakukan, baik pada indeks harga saham, nilai tukar, inflasi maupun harga komoditas perkebunan. Estimasi model volatilitas harga dapat digunakan sebagai bahan untuk mengambil keputusan terkait risiko usaha dan meminimalkan risiko akibat ketidakpastian dan perkembangan harga.

## BAHAN DAN METODE

Dalam pengukuran volatilitas harga, dibutuhkan pendekatan yang dapat mengukur volatilitas residualnya. Harga pasar komoditas terdapat sifat *volatility clustering*, artinya terjadinya variabilitas yang tinggi pada suatu waktu akan diikuti kecenderungan yang sama pada waktu selanjutnya dan variabilitas yang rendah diikuti kecenderungan yang sama pada waktu berikutnya. Kondisi ini mencerminkan kasus heteroskedastisitas (Mandelbrot cit. Bollerslev *et al.*, 1993; Diebold, 2004).

Pendekatan yang sesuai untuk memodelkan dan menganalisis kasus heteroskedastisitas adalah model ARCH. Pendekatan ini berusaha memasukkan peubah bebas yang dapat memprediksi volatilitas residualnya.

### Model Empiris

Penelitian ini mengaplikasikan model ARCH-GARCH univariat, sehingga proses pembentukan model ARCH menggunakan model regresi univariat dengan persamaan rata-rata sebagai berikut:

$$Y_t = f(X_t, t - 1) + \varepsilon_t \dots \quad (1)$$

Persamaan (1) terdiri atas  $Y_t$ : data runtun waktu pada waktu ke-t;  $f(X_t, t - 1)$ : data runtun waktu lain pada waktu ke-t, model ARMA/ARIMA, model regresi dan konstanta;  $\varepsilon_t$ : komponen random dari model. Persamaan varian residual dalam model ARCH (1) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma^2_t = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 \dots \quad (2)$$

Persamaan (2) menyatakan bahwa varian residual ( $\sigma^2_t$ ) terdiri atas dua unsur, yaitu konstanta ( $\omega$ ) dan kuadrat residual periode yang lalu ( $\varepsilon_{t-1}^2$ ) dengan koefisien parameter ( $\alpha_1$ ). Persamaan ini disebut persamaan varian (*conditional variance*), dengan model dari residual adalah heteroskedastisitas yang bersyarat pada residual. Secara umum, model ARCH (q) dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Bollerslev *et al.*, 1993):

$$\sigma^2_t = \omega + \sum_{i=1,q} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 \dots \quad (3)$$

Persamaan (3) merupakan model non linier, sehingga diestimasi dengan metode

Maximum Likelihood (ML), bukan menggunakan metode OLS.

Berdasarkan persamaan (1) yang dimodifikasi dengan menambahkan unsur varian residual periode yang lalu ( $\sigma^2_{t-1}$ ), maka persamaan GARCH (1,1) dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma^2_t = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \dots \quad (4)$$

Model GARCH (p,q) secara umum dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\sigma^2_t = \omega + \sum_{i=1,q} \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1,p} \beta_j \sigma_{t-j}^2 \dots \quad (5)$$

Persamaan (5) menyatakan bahwa *varian residual* ( $\sigma^2_t$ ) dipengaruhi oleh residual q periode sebelumnya ( $\sum_{i=1,q} \varepsilon_{t-i}^2$ ) dan varian residual p periode sebelumnya ( $\sum_{j=1,p} \sigma_{t-j}^2$ ) dengan konstanta ( $\omega$ ) dan koefisien parameter ( $\alpha_i$ ,  $\beta_j$ ). Model GARCH juga diestimasi dengan metode Maximum Likelihood (ML) sebagaimana metode estimasi pada model ARCH.

Modifikasi model ARCH-GARCH adalah model ARCH-M yang merupakan pengembangan model ARCH dengan memasukkan *varian residual* ( $\sigma^2_t$ ) ke dalam persamaan rata-rata sehingga model ini disebut ARCH *in Mean* (ARCH-M). Model ARCH-M dinyatakan ke dalam persamaan sebagai berikut:

$$Y_t = f(X_t, \sigma^2_t, t - 1) + \varepsilon_t \dots \quad (6)$$

Persamaan (6) menunjukkan *varian residual* digunakan sebagai peubah bebas (*independent variable*) dalam persamaan rata-rata.

Modifikasi selanjutnya adalah model Threshold-ARCH (TARCH) dan Exponential-GARCH (EGARCH). Model TARCH secara umum dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Bollerslev *et al.*, 1993):

$$\sigma_t^\gamma = \omega + \sum_{i=1,q} [\alpha_i + I(\varepsilon_{t-i} > 0) | \varepsilon_{t-i} |^\gamma + \alpha_i \cdot I(\varepsilon_{t-i} \leq 0) | \varepsilon_{t-i} |^\gamma] + \sum_{j=1,p} \beta_j \sigma_{t-j}^\gamma \dots \quad (7)$$

dengan keterangan bahwa  $I(\cdot)$  merupakan fungsi indikator yang memiliki perbedaan koefisien antara berita baik (*good news*) ( $\varepsilon_{t-i} \leq 0$ ) dan berita buruk (*bad news*) ( $\varepsilon_{t-i} > 0$ ).

Modifikasi lain dari model ARCH-GARCH adalah model EGARCH yang dinyatakan dalam persamaan (8) (Bollerslev *et al.*, 1993; Braun *et al.*, 1995) yang terdiri atas konstanta para-meter ( $\omega$ ,  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ) *leverage effects* ( $\theta z_{t-1}$ ), dan informasi efek asimetris ( $\theta z_{t-1} + \gamma[|z_{t-1}| - E|z_{t-1}|]$ ).

## Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan data runtun waktu harga penutupan lima macam kontrak kakao, yaitu Nearby, 2<sup>nd</sup>-Nearby, 3<sup>rd</sup>-Contract, 4<sup>th</sup>-Contract dan 5<sup>th</sup>-Contract. Data runtun waktu tersebut berupa data harian sebanyak 1320 hari dengan periode mulai bulan Januari 2008 sampai bulan Maret 2013. Sumber data berasal dari Intercontinental Exchange (NYSE: ICE) Futures U.S. Reports. Harga penutupan kakao selanjutnya dihitung harga rerata dan nilai *return*-nya. Data return harga rerata kakao tersebut digunakan sebagai contoh dalam penelitian ini. *Return* harga merupakan tingkat pengembalian harga (hasil) yang diperoleh dari usahatani kakao (investasi).

## Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan data dan observasi dalam jumlah yang banyak untuk

menganalisis volatilitas dengan model ARCH-GARCH. Langkah-langkah untuk melakukan analisis data meliputi:

- 1) Pembuatan plot data harga kakao harian.
- 2) Penghitungan nilai *return* harga rerata kakao dengan menggunakan persamaan berikut:  $R_t = \log(P_t) - \log(P_{t-1}) \dots (9)$  Persamaan (9) terdiri atas 3 variabel, yaitu *return* harga kakao ( $R_t$ ), harga kakao pada periode ke-t ( $P_t$ ) dan *return* harga kakao pada periode sebelumnya ( $P_{t-1}$ ).
- 3) Uji stasioneritas data dilakukan dengan cara uji akar unit (*unit root test*) menggunakan metode Augmented Dickey Fuller (ADF) dan Philips-Perron (PP).
- 4) Penentuan model ARMA/ARIMA terbaik dengan evaluasi model menggunakan uji diagnosa residual.
- 5) Identifikasi efek heteroskedastisitas (ARCH) menggunakan uji ARCH-LM
- 6) Estimasi dan simulasi model ARCH-GARCH terbaik dengan melakukan evaluasi terhadap model melalui (a) uji normalitas *error* dengan model Jarque-Bera, (b) uji keacakan residual, dan (c) ARCH-LM test.
- 7) Evaluasi kesalahan peramalan varians residual (volatilitas harga) dilakukan dengan melihat *Root Mean Squares Error* (RMSE), *Mean Absolute Error* (MAE), atau *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE).

$$\ln(\sigma_t^2) = \omega + \left(1 + \sum_{i=1, q} \alpha_i L^i\right) \left(1 - \sum_{j=1, p} \beta_j L^j\right)^{-1} (\theta z_{t-1} + \gamma[|z_{t-1}| - E|z_{t-1}|]) \dots \dots \dots (8)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik ekonomi komoditas kakao terletak pada harga, yang mana pembentukan harga terjadi ketika bertemuanya permintaan dan penawaran pasar (Sukirno, 2002). Harga kakao internasional secara konseptual terbentuk karena adanya keseimbangan antara permintaan, penawaran dan stok kakao dunia. Titik pertemuan faktor-faktor determinan tersebut terjadi pada pasar berjangka. Dengan kata lain, keragaan pasar berjangka dapat mempengaruhi harga kakao saat ini maupun beberapa waktu ke depan.

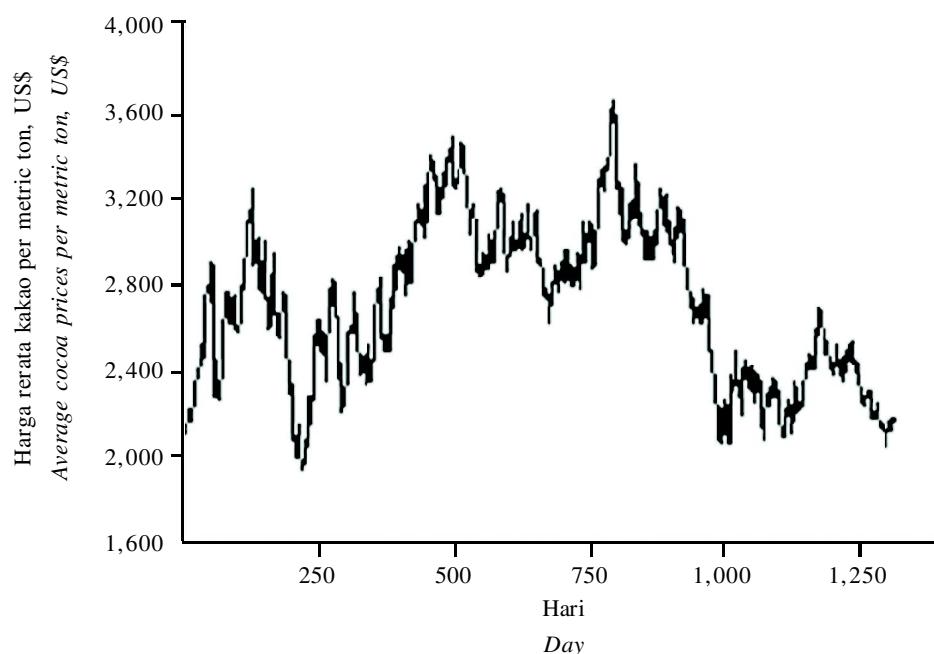
Terbentuknya harga di pasar berjangka akan dijadikan harga acuan dalam transaksi pasar fisik oleh eksportir, industri, perkebunan besar, pabrik pengolah, pengusaha, pedagang, dan petani (Hendratno, 2009). Hal ini menunjukkan bahwa adanya integrasi pasar antara pasar berjangka dengan pasar fisik sebagai akibat pergeseran struktur pasar ke arah pasar bebas. Oleh karena itu gejolak perekonomian global dan dinamika pasar internasional dapat mempengaruhi kondisi pasar domestik sebagai akibat perubahan peraturan mekanisme pasar komoditas pertanian ke arah sistem liberalisasi perdagangan. Tujuan mendasar dari liberalisasi adalah meningkatkan efisiensi perdagangan melalui peningkatan produksi dan peningkatan persaingan (Astiyah *et al.*, 2005; Sawit, 2007). Terbukanya perekonomian suatu negara, termasuk Indonesia, akan merespon perkembangan globalisasi perekonomian dunia sehingga mempengaruhi perkembangan harga domestik komoditas pertanian. Situasi ini mendorong adanya sinkronisasi harga kakao antara pasar domestik dengan pasar internasional (Susilowati & Rachman, 2008).

Perdagangan kakao di pasar internasional memiliki risiko yang tinggi, karena adanya instabilitas pergerakan harga dan

terjadinya gagal kontrak pada pasar berjangka. Hal tersebut terefleksi melalui fluktuasi harga kakao relatif tinggi yang terjadi di pasar internasional. Perkembangan harga yang tidak stabil dan fluktuatif berpengaruh terhadap besarnya pendapatan devisa negara pada umumnya dan pendapatan pelaku pemasaran pada khususnya. Fluktuasi harga juga mampu mempengaruhi keputusan penjualan dan pembelian kakao oleh para pelaku perdagangan. Pelaku pasar yang sangat memperhatikan pergerakan harga kakao dunia dalam pengambilan keputusan penjualan adalah para eksportir dan pengusaha (Irawan, 2007). Pada akhirnya, keputusan pelaku pasar tersebut akan memberikan dampak pada perkembangan harga kakao di pasar domestik.

Harga merupakan parameter yang sangat sensitif terhadap perubahan kondisi pasar, sehingga besaran harga sulit untuk diprediksi. Sulitnya perkiraan harga di masa yang akan datang disebabkan oleh faktor determinan harga yang tidak bisa diramalkan. Hal yang melekat pada variabel harga ini adalah risiko usaha yang dihadapi oleh para pelaku perdagangan, baik petani, eksportir, pengusaha maupun konsumen.

Perkembangan harga kakao pada pasar berjangka cenderung berfluktuasi dari waktu ke waktu. Harga kakao juga memiliki volatilitas tinggi dan tren harga yang menurun seperti terlihat pada Gambar 1. Fenomena fluktuasi harga ini sejalan dengan pergerakan harga pada komoditas karet alam. Fluktuasi harga yang terjadi pada komoditas karet alam, umumnya dipengaruhi oleh perubahan dan dinamika pasar komoditas (Hendratno, 2010), sehingga keadaan ini juga dapat terjadi pada komoditas kakao, karena kedua komoditas tersebut diperdagangkan di pasar dunia. Fluktuasi harga



Gambar 1. Perkembangan harga rerata kakao harian pada Januari 2008 sampai Maret 2013 (hari ke-250: 28/12/2008; hari ke-500: 23/12/2009; hari ke-750: 21/12/2010; hari ke-1.000: 19/12/2011; hari ke-1.250: 14/12/2012)

*Figure 1. Daily average cocoa price movement from January 2008 to March 2013 (days to 250: 28/12/2008; days to 500: 23/12/2009; days to 750: 21/12/2010; days to 1,000: 19/12/2011; days to 1,250: 14/12/2012)*

mengakibatkan penerimaan dan keuntungan yang diterima pelaku perdagangan juga berfluktuasi, sehingga pengembangan agribisnis kakao menjadi tidak kondusif dan optimal (Irawan, 2007).

Gejolak harga yang relatif tajam dengan perubahan yang begitu cepat, menyebabkan harga kakao sulit untuk diprediksi. Selama periode pengamatan, harga rerata kakao terendah terjadi pada tanggal 12 November 2008 (hari ke-220) sebesar US\$ 1.935,8/ton. Rendahnya harga tersebut disebabkan oleh krisis finansial global yang terjadi pada bulan September 2008. Pengaruh krisis perekonomian global mengakibatkan pertumbuhan permintaan *output* dunia semakin melambat, terutama perkembangan harga komoditas pertanian di pasar dunia (Susilawati & Rachman, 2008). Harga rerata kakao tertinggi terjadi pada tanggal 03 Maret

2011 (hari ke-798) sebesar US\$ 3.673,2/ton, karena adanya peningkatan permintaan kakao olahan baik di pasar domestik maupun pasar ekspor. Penyebab lain tingginya harga kakao adalah larangan ekspor kakao dan kopi dari Pantai Gading sampai bulan Februari 2011. Keadaan politik yang belum membaik di negara tersebut, dapat menurunkan produksi dan stok kakao dunia mengingat Pantai Gading merupakan negara produsen terbesar. Isu negatif terkait perpanjangan larangan ekspor dari Pantai Gading, akan memicu kenaikan harga kakao dunia (Hadi & Hari, 2011 cit. Hatane, 2011). Selain itu, industri kakao domestik mulai tumbuh sejak diberlakukannya bea keluar pada bulan April 2010.

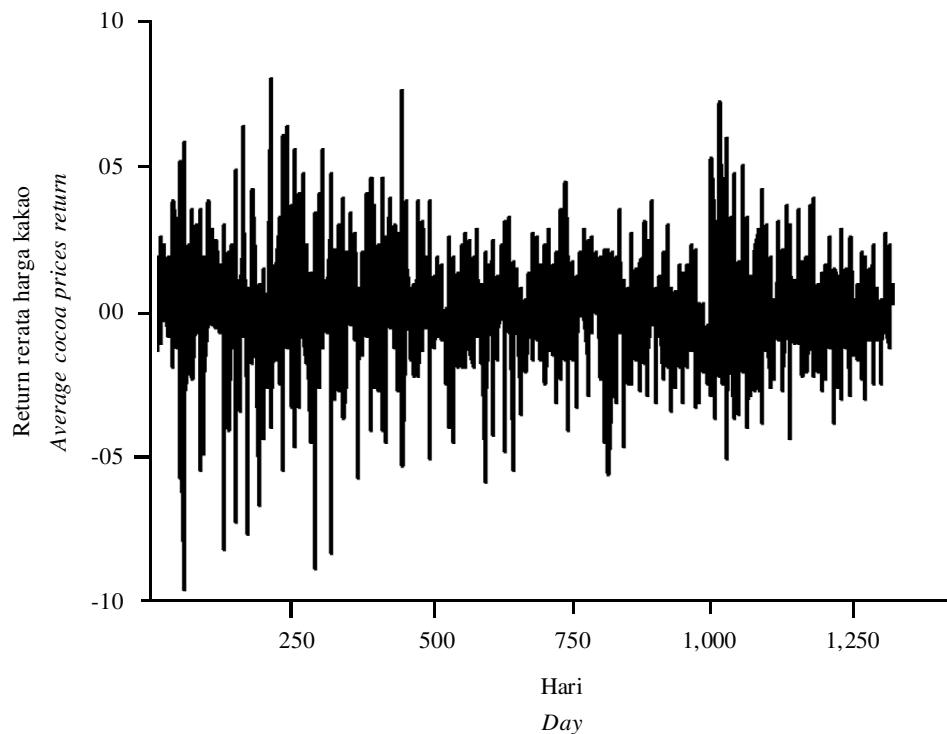
Fenomena volatilitas harga kakao yang tinggi akan terus berlangsung mengikuti perubahan dinamis dari faktor determinan

harga. Variabilitas yang tinggi pada harga kakao akan menyebabkan terjadinya kasus heteroskedastisitas, sehingga varian dari residual tidak konstan. Secara visual, adanya *volatility clustering* pada data *return* harga kakao dapat dilihat pada Gambar 2. *Volatility clustering* menunjukkan bahwa data *return* harga bersifat pasif dan berfluktuasi dengan kecenderungan membentuk klaster secara bersama-sama pada suatu waktu (Lux & Marchesi, 2000).

Masalah heteroskedastisitas yang terjadi pada data *return* harga rerata kakao dapat diatasi dengan melakukan pemodelan volatilitas. Model yang digunakan untuk estimasi perilaku data yang sangat volatil adalah Model ARCH dan GARCH. Model ARCH diperkenalkan pertama kali oleh

Engle pada tahun 1982 ketika menganalisis inflasi di Inggris. Teknik pemodelan tersebut dilakukan secara simultan antara rata-rata (*mean*) dan ragam residual (*variance error*) pada data deret waktu. Pada tahun 1986, Bollerslev mengembangkan model ARCH dengan memasukkan peubah residual dan ragam residual periode lalu atau dikenal dengan model GARCH. Kelebihan metode ini adalah asumsi homoskedastisitas tidak harus terpenuhi. Menurut Bollerslev (2008), pengembangan model ARCH-GARCH telah banyak dilakukan sehingga modifikasi modelnya sangat beragam.

Berdasarkan uji stasioneritas, *return* harga rerata kakao telah stasioner pada tingkat *level*. Tabel 1 menguraikan hasil uji akar unit *return* harga rerata kakao secara rinci



Gambar 2. Plot data *return* harga rerata kakao pada Januari 2008 sampai Maret 2013 (hari ke-250: 28/12/2008; hari ke-500: 23/12/2009; hari ke-750: 21/12/2010; hari ke-1.000: 19/12/2011; hari ke-1.250: 14/12/2012)

Figure 2. Average cocoa price return data plot from January 2008 to March 2013 (days to 250: 28/12/2008; days to 500: 23/12/2009; days to 750: 21/12/2010; days to 1,000: 19/12/2011; days to 1,250: 14/12/2012)

Tabel 1. Hasil uji akar unit dengan metode *Augmented Dickey Fuller* (ADF test) dan *Philip-Perron* (PP test) terhadap *return harga rerata kakao* di tingkat level

Table 1. Results of unit root test using *Augmented Dickey Fuller* (ADF test) and *Philip-Perron* (PP test) on average cocoa price return in levels

Metode Method	t-Statistik <i>t-Statistic</i>	Prob.*	$H_0$
Uji statistik Augmented Dickey-Fuller			
<i>Augmented Dickey-Fuller statistic test</i>	-35.91004	0.0000	Tolak $H_0$
Nilai kritis:			
<i>Test critical values:</i>	1% level 5% level 10% level	-3.965023 -3.413224 -3.128632	
Uji statistik Phillips-Perron			
<i>Phillips-Perron statistic test</i>	-35.90794	0.0000	Tolak $H_0$
Nilai kritis:			
<i>Test critical values:</i>	1% level 5% level 10% level	-3.965023 -3.413224 -3.128632	

\*MacKinnon (1996) nilai *p* satu sisi (*one-sided p-values*).

dengan menggunakan metode ADF dan PP. Hasil *output* uji akar unit metode ADF terlihat bahwa nilai  $\tau$  - statistik  $| > |$  nilai  $\tau$  - tabel  $|$  pada tingkat signifikansi 1%, yaitu  $|-35,91004| > |-3,965023|$  sehingga ADF *test statistic* berada di daerah penolakan  $H_0$ . Sedangkan pada uji PP juga memperlihatkan bahwa  $|$  nilai  $\tau$  - statistik  $| > |$  nilai  $\tau$  - tabel  $|$  pada tingkat signifikansi 1%, yaitu  $|-35,90794| > |-3,965023|$  sehingga PP *test statistic* berada di daerah penolakan  $H_0$ . Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa data *return* harga rerata kakao telah stasioner.

Langkah selanjutnya adalah menentukan model ARMA/ARIMA dengan mengikuti prosedur Box-Jenkins (1976) (Stokes & Neuburger, 1979; McLeod & Li, 1983). Penetuan orde *autoregressive* (AR) dan *moving average* (MA) dalam membentuk model ARMA/ARIMA dilakukan dengan mengamati plot *autocorrelation function* (ACF) dan *partial autocorrelation function* (PACF) dari *return* harga rerata kakao. Pengamatan plot ACF dan PACF menunjuk-

kan bahwa *lag* yang signifikan antara lain *lag* 8, *lag* 29 dan *lag* 35. Pola ACF dan PACF tersebut tidak mengikuti kriteria dalam prosedur penentuan model AR dan MA. Oleh karena itu, dilakukan estimasi terhadap beberapa model ARMA/ARIMA tentatif. Berdasarkan hasil analisis, model tentatif terbaik adalah ARMA (29,29) dan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$R_t = 0,888832R_{t-29} + \varepsilon_t - 0,929807\varepsilon_{t-29} \dots(10)$$

Persamaan (10) terdapat 4 variabel yang meliputi *return* harga kakao ke-t ( $R_t$ ), *return* harga kakao pada  $t-29$  ( $R_{t-29}$ ), residual ke-t ( $\varepsilon_t$ ) dan residual pada  $t-29$  ( $\varepsilon_{t-29}$ ). Penentuan model ARMA (29,29) sebagai model tentatif terbaik, didasarkan pada *goodness of fit*, yaitu dengan melihat signifikansi koefisien peubah bebas termasuk konstanta melalui uji t, uji F, koefisien determinasi ( $R^2$ ) dan kriteria *Akaike Info Criterion* (AIC) dan *Schwarz Criterion* (SC). Model ARMA (29,29) memiliki koefisien AR (29) dan MA(29) yang signifikan pada tingkat kepercayaan 99% ( $\alpha = 1\%$ ). Model tersebut juga memiliki nilai koefisien determinasi

cukup besar dibanding model tentatif lainnya. Begitu pula dengan nilai AIC dan SC yang lebih kecil dibanding model yang lain. Model ini selanjutnya dievaluasi dengan cara menganalisis nilai residualnya melalui uji Q-Ljung-Box dan plot ACF-PACF yang disajikan pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil uji diagnostik, nilai ACF dan PACF dari residual sampai lag ke-36 tidak signifikan. Hasil uji Q-Ljung-Box juga menunjukkan bahwa nilai *p-value* (Prob.) lebih besar dari  $\alpha = 5\%$ , sehingga dapat disimpulkan residual dari model bersifat *white noise* dan tidak terdapat korelasi serial dalam residual. Proses *white noise* merupakan salah satu asumsi *error* dalam analisis runtun waktu yang berarti residual independen berdistribusi normal dengan mean 0 dan varian konstan (Soejoeti cit. Wibowo *et al.*, 2012).

Selanjutnya, model terpilih diidentifikasi ada tidaknya unsur heteroskedastisitas melalui uji *Lagrange Multiplier* (ARCH-LM). Unsur heteroskedastisitas yang terdapat dalam model ditunjukkan melalui nilai *p-value*  $\chi^2$  (Obs\*R-squared) dan F-statistik. Berdasarkan *output* analisis statistik, nilai *p-value*  $\chi^2$  sebesar 0,047795 dan *p-value* F-statistik sebesar 0,047842. Besarnya nilai *p-value* tersebut lebih kecil dari  $\alpha = 5\%$ , sehingga secara statistik signifikan. Dengan demikian  $H_0$  ditolak yang artinya terdapat unsur heteroskedastisitas pada data *return* harga rerata kakao dan analisis ARCH-GARCH layak digunakan pada model.

Pengujian efek ARCH pada model juga dapat menggunakan plot ACF-PACF dari residual kuadrat dan uji Q-Ljung-Box sampai lag tertentu. Hasil uji residual kuadrat melalui korelogram, menunjukkan nilai statistik Ljung-Box (LB) sampai lag ke-36 sebesar 119,97. Nilai tersebut lebih besar dari nilai distribusi  $\chi^2$ , yaitu 50,99 (df = 36,  $\alpha = 5\%$ ) yang berarti koefisien ACF-PACF signifikan. Koefisien ACF-PACF yang signifikan secara statistik mengindikasikan bahwa model mengandung unsur heteroskedastisitas. Plot ACF-PACF dapat digunakan untuk menduga orde dalam pemodelan ARCH-GARCH. Estimasi dan simulasi beberapa model persamaan ARCH-GARCH diuraikan secara rinci pada Tabel 3.

Model persamaan varian yang tertera pada Tabel 3 diestimasi menggunakan metode *Maximum Likelihood*. Pemilihan model terbaik lebih mengarah pada signifikansi parameter, *Log likelihood* terbesar dengan kriteria AIC dan SC terkecil. Berdasarkan simulasi dapat disimpulkan bahwa model TARCH merupakan model yang terbaik karena parameter signifikan secara statistik, nilai *Log likelihood* terbesar, nilai AIC dan SC yang lebih kecil.

Selanjutnya, model TARCH dilakukan beberapa uji statistik agar model tersebut cukup baik untuk memodelkan data *return* harga rerata kakao. Uji statistik yang digunakan antara lain ARCH-LM test, uji korelasi serial residual dan uji normalitas

Tabel 2. Hasil uji diagnostik Model ARMA (29,29) menggunakan Plot ACF-PACF dan Uji *Q-Ljung-Box*

Table 2. Results of diagnostic checking for ARMA (29,29) model using ACF-PACF Plot and Q-Ljung-Box test

Keterlambatan <i>Lag</i>	Autokorelasi <i>Autocorrelation (AC)</i>	Autokorelasi Parsial <i>Partial Autocorrelation (PAC)</i>	Q-stat	Prob.
5	0.005	0.004	3.6356	0.304
15	-0.029	-0.023	16.764	0.210
20	-0.042	-0.047	20.457	0.308
25	-0.015	-0.019	24.948	0.353
36	0.025	0.028	42.188	0.158

Tabel 3. Hasil estimasi dan signifikansi parameter model ARCH-GARCH pada *return* harga rerata kakao

Table 3. Results of the estimation and significance parameter ARCH-GARCH model on average cocoa price return

Model Model	Parameter Parameter	Koefisien Coefficient	Kesalahan baku Standard error	z-Statistik z-Statistic	Prob.
ARCH (1)	AR (29)	0.888117	0.015444	57.50591	0.0000
	MA (29)	-0.929816	0.013281	-70.01198	0.0000
Persamaan varian ( <i>Variance equation</i> )					
	C	0.000346	1.31E-05	26.44516	0.0000
	RESID (-1) <sup>2</sup>	0.049834	0.021423	2.326156	0.0200
	Log likelihood	3,278.040	SC	-5.060023	
	AIC	-5.076031			
GARCH (1,1)	AR (29)	-0.888781	0.011266	-78.88790	0.0000
	MA (29)	0.925019	0.000694	1,332.748	0.0000
Persamaan varian ( <i>Variance equation</i> )					
	C	3.03E-06	1.50E-06	2.014934	0.0439
	RESID (-1) <sup>2</sup>	0.027501	0.004872	5.644215	0.0000
	GARCH (-1)	0.964424	0.006655	144.9177	0.0000
	Log likelihood	3,296.707	SC	-5.083413	
	AIC	-5.103422			
ARCH-M	@SQRT (GARCH)	-0.007623	0.030781	-0.247644	0.8044
	AR (29)	0.359389	0.176152	2.040217	0.0413
	MA (29)	-0.292576	0.181661	-1.610560	0.1073
Persamaan varian ( <i>Variance equation</i> )					
	C	0.000361	1.28E-05	28.29491	0.0000
	RESID (-1) <sup>2</sup>	0.064537	0.020239	3.188749	0.0014
	Log likelihood	3,242.826	SC	-4.999877	
	AIC	-5.019886			
TARCH	AR (29)	-0.886485	0.011598	-76.43264	0.0000
	MA (29)	0.923709	0.000901	1025.675	0.0000
Persamaan varian ( <i>Variance equation</i> )					
	C	4.30E-06	1.76E-06	2.445038	0.0145
	RESID (-1) <sup>2</sup>	0.046164	0.008635	5.346499	0.0000
	RESID (-1) <sup>2</sup> *(RESID(-1) < 0)	-0.032916	0.008930	-3.686159	0.0002
	GARCH (-1)	0.959878	0.007938	120.9191	0.0000
	Log likelihood	3,297.843	SC	-5.079622	
	AIC	-5.103633			
EGARCH	AR (29)	-0.887625	0.011040	-80.40257	0.0000
	MA (29)	0.927174	0.000464	1,998.940	0.0000
Persamaan varian ( <i>Variance equation</i> )					
	C (3)	-0.166453	0.048609	-3.424321	0.0006
	C (4)	0.090345	0.014096	6.409291	0.0000
	C (5)	0.022937	0.008341	2.749889	0.0060
	C (6)	0.987656	0.005785	170.7392	0.0000
	Log likelihood	3,297.191	SC	-5.078610	
	AIC	-5.102621			

residual. Uji ARCH-LM pada model TARCH memberikan hasil bahwa nilai *p-value*  $\chi^2$  (Obs\*R-squared) lebih besar dari 0,05 yaitu sebesar 0,696884. Nilai *p-value* dari F-statistik juga lebih besar dari 0,05, yaitu 0,697155. Hal ini berarti model TARCH telah terbebas dari unsur heteroskedastisitas, karena  $H_0$  diterima pada tingkat signifikansi 5%. Hasil uji korelasi serial juga menerima hipotesis null ( $H_0$ ) pada tingkat signifikansi 5%, sehingga tidak terdapat korelasi serial dalam residual kuadrat. Kesimpulan tersebut diperoleh dengan melihat nilai statistik Ljung-Box (LB) pada *lag* ke-36 (42,218) yang lebih kecil dari nilai distribusi  $\chi^2$  (50,99). Berdasarkan uji normalitas residual terlihat bahwa nilai statistik Jarque-Bera sebesar 114,3935 dengan probabilitas 0,000000 sehingga Jarque-Bera signifikan secara statistik dan residual model terdistribusi tidak normal. Ketidaknormalan distribusi residual akan menyebabkan kesalahan hasil estimasi pada nilai *standard error*. Oleh karenanya, perlu dilakukan estimasi ulang terhadap model dengan menggunakan metode *heteroskedasticity coefficient covariance* pada model TARCH.

*Output* Tabel 4 memperlihatkan bahwa seluruh koefisien parameter pada persamaan rata-rata tetap signifikan secara statistik. Namun, koefisien dari  $\text{RESID}(-1)^2 * (\text{RESID}(-1) < 0)$  tidak signifikan pada alpha 5% sehingga model perilaku *return* harga rerata kakao tidak menunjukkan efek asimetris. Nilai asimetris yang tidak signifikan memberikan arti bahwa pelaku pasar kakao kurang memberikan perhatian terhadap berita baik (*good news*) dari tingginya harga kakao, sehingga tidak terjadi peningkatan volatilitas harga kakao. Tidak adanya efek asimetris, mereduksi model TARCH menjadi model GARCH (1,1) karena parameter  $\text{RESID}(-1)^2 * (\text{RESID}(-1) < 0)$  dikeluarkan dari model. Berdasarkan *output* pada Tabel 3, koefisien parameter persamaan rata-rata model ARCH-M tidak signifikan secara statistik. Hal ini menunjukkan nilai *return* harga rerata kakao tidak dipengaruhi oleh nilai varian residualnya.

Model GARCH (1,1) ini juga dilakukan uji diagnostik untuk mengetahui ada tidaknya unsur heteroskedastisitas pada model. Berdasarkan uji ARCH-LM dapat disimpulkan bahwa model GARCH (1,1)

Tabel 4. Estimasi ulang uji normalitas residual menggunakan metode *heteroskedasticity coefficient covariance* pada Model TARCH

Table 4. Re-estimation results of normality error test using heteroskedasticity coefficient covariance method on TARCH model

Model Model	Parameter Parameter	Koefisien Coefficient	Kesalahan baku Standard error	z-Statistik z-Statistic	Prob.
TARCH	AR(29)	-0.886485	0.019063	-46.50357	0.0000
	MA(29)	0.923709	0.021282	43.40265	0.0000
Persamaan varian (Variance equation)					
	C	4.30E-06	3.42E-06	1.257127	0.2087
	RESID(-1) <sup>2</sup>	0.046164	0.021901	2.107894	0.0350
	RESID(-1) <sup>2</sup> *(RESID(-1) < 0)	-0.032916	0.024984	-1.317455	0.1877
	GARCH(-1)	0.959878	0.019089	50.28421	0.0000
	Log likelihood	3,297.843	SC	-5.079622	
	AIC	-5.103633			

tidak mengandung unsur heteroskedastisitas, karena nilai *p-value*  $\chi^2$  (0.640139) dan F-statistik (0.640449) lebih besar dari 0,05. Hasil uji korelasi serial residual juga menunjukkan nilai residual model GARCH (1,1) bersifat *random*, karena nilai statistik Ljung-Box (LB) pada *lag* ke-36 (43.421) lebih kecil dari nilai distribusi  $\chi^2$  (50,99). Sama halnya dengan model TARCH, uji normalitas residual model GARCH (1,1) memperlihatkan bahwa nilai statistik Jarque-Bera sebesar 118,3905 dengan probabilitas 0,000000 sehingga Jarque-Bera signifikan secara statistik. Oleh karena itu, dilakukan estimasi ulang dengan *heteroskedastisity coefficient covariance* terhadap model GARCH (1,1). Hasil analisis menunjukkan bahwa parameter pada persamaan rata-rata dan persamaan varian telah signifikan pada taraf kepercayaan 95% (data tidak ditampilkan). Secara matematis, model GARCH (1,1) *return* harga rerata kakao dapat dituliskan dengan persamaan (11) dan (12).

Notasi pada persamaan (11) meliputi *return* harga kakao ke- $t$  ( $R_t$ ), *return* harga kakao pada  $t - 29$  ( $R_{t-29}$ ), residual ke- $t$  ( $\varepsilon_t$ ) dan residual pada  $t - 29$  ( $\varepsilon_{t-29}$ ). Sedangkan persamaan (12) terdiri atas 3 notasi, yaitu varian residual ( $\sigma^2_t$ ), residual kuadrat pada  $t - 1$  ( $\varepsilon_{t-1}^2$ ) dan varian residual pada  $t - 1$  ( $\sigma^2_{t-1}$ ). Model GARCH (1,1) merupakan model terbaik untuk menggambarkan *return* harga rerata kakao, karena memenuhi kriteria ketiga uji diagnostik. GARCH (1,1) mengandung arti bahwa volatilitas *return* harga rerata kakao dapat diprediksi dari nilai volatilitas *return* satu

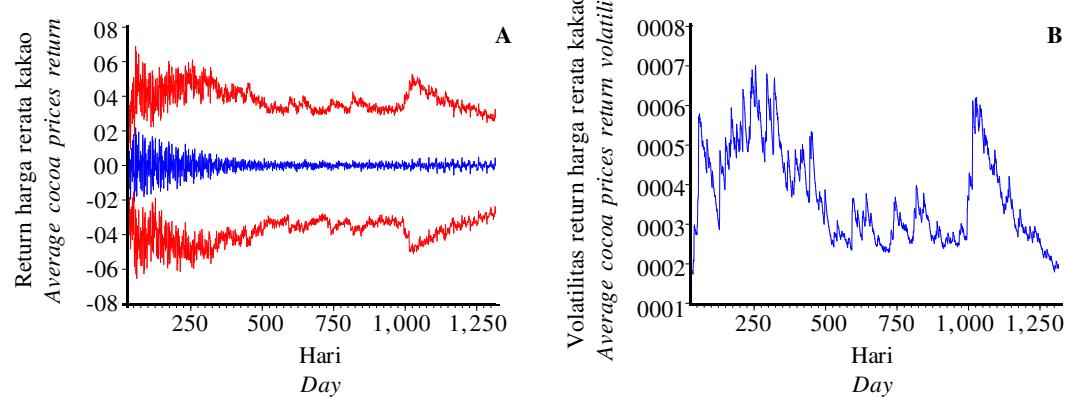
periode yang lalu dan nilai residual kuadrat satu periode yang lalu.

Model GARCH (1,1) ini akan digunakan untuk mengestimasi dan meramalkan nilai *return* harga rerata kakao beserta nilai volatilitasnya. Pemilihan model GARCH sebagai model terbaik untuk menganalisis volatilitas harga komoditas pertanian juga dikemukakan oleh (Sumaryanto, 2009; Hatane, 2011; Kuncoro, 2011). Metode peramalan yang digunakan adalah metode statis dan metode dinamik. Metode statis merupakan metode peramalan yang baik digunakan untuk melakukan *fitting* model dan peramalan satu periode ke depan ( $t + 1$ ). Sedangkan metode dinamik merupakan metode yang baik digunakan untuk meramalkan data dalam rentang waktu  $n$  periode ke depan ( $t + n$ ) dengan  $n \geq 1$ .

Rentang waktu pada Gambar 3 dimulai dari hari ke-1 sampai hari ke-1.321. Peramalan dengan metode statis ini hanya dilakukan untuk satu hari ke depan dari data *return* harga rerata kakao terakhir, yaitu ramalan pada hari ke-1.321. Nilai peramalan pada hari ke-1.321 untuk *return* harga rerata kakao sebesar 0,001037 dan untuk volatilitas (varian) sebesar 0,000184. Evaluasi kesalahan peramalan dilakukan dengan melihat besarnya nilai RMSE, MAE dan MAPE secara berturut-turut, yaitu 0,019; 0,014; dan 135,93. Nilai volatilitas *return* harga kakao terlihat bergerak secara dinamis dan cenderung fluktuatif. Hal ini mengindikasikan bahwa *return* harga kakao pada model GARCH memiliki potensi risiko yang berubah sepanjang waktu. Semakin tinggi nilai varian menandakan semakin tinggi pula potensi risiko yang dihadapi.

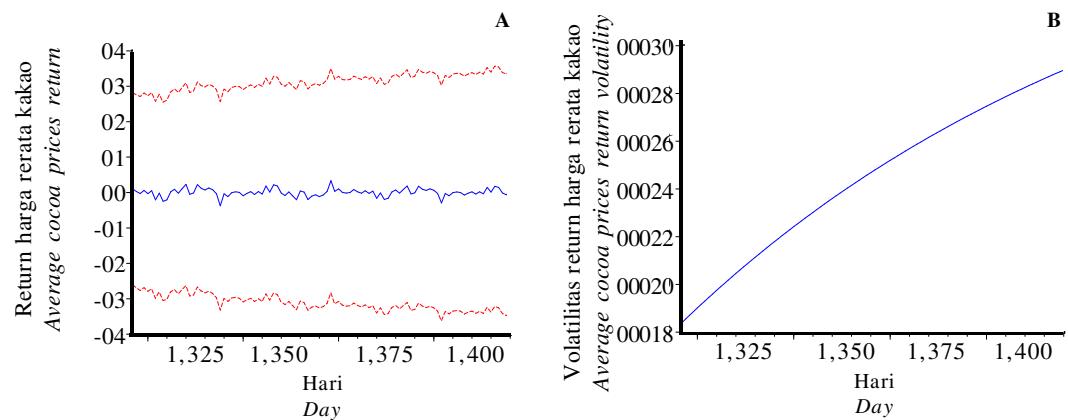
*Output* pada Gambar 4 memperlihatkan hasil peramalan dalam rentang waktu hari ke-1.321 sampai dengan hari ke-1.420. Dengan kata lain, Gambar 4 menunjukkan peramalan besarnya *return* harga rerata kakao dan nilai volatilitasnya yang dilakukan untuk 100 hari ke depan. Kesalahan peramalan metode dinamik ini diukur dengan melihat besarnya nilai RMSE, MAE dan MAPE yang secara berurutan sebesar 0,02; 0,014; dan 134,47. Berdasarkan Gambar 4 terlihat bahwa ada kecenderungan *return* harga kakao

menjauhi ekuilibrium dan mengalami peningkatan. Begitu juga dengan nilai varian yang mengalami peningkatan selama periode pengamatan. Dapat disimpulkan bahwa peramalan *return* harga rerata kakao dan nilai varian harganya semakin meningkat nilainya untuk 100 hari ke depan. Peramalan nilai *return* ini berguna untuk mengetahui kinerja usaha dan tingkat risiko di masa mendatang. Ditinjau dari segi teoritis, *return* merupakan hasil yang diterima pelaku ekonomi dari suatu investasi, dalam hal ini pengusahaan



Gambar 3. Peramalan nilai *return* harga rerata kakao (A) dan nilai volatilitasnya (B) dengan metode statis

Figure 3. Forecasting the value of average cocoa price return (A) and its volatility (B) using static method



Gambar 4. Peramalan nilai *return* harga rerata kakao (A) dan nilai volatilitasnya (B) dengan metode dinamik

Figure 4. Forecasting the value of average cocoa price return (A) and its volatility (B) using dynamic method

komoditas kakao. *Return* terbagi menjadi dua, yaitu *return* realisasi dan *return* ekspektasi. *Return* realisasi dapat digunakan untuk mengukur kinerja usaha, *return* ekspektasi dan risiko di masa akan datang. Sedangkan *return* ekspektasi merupakan perkiraan *return* yang diharapkan di masa mendatang. Pada umumnya pelaku ekonomi akan mendapatkan *return* berupa *capital gain* (keuntungan dari selisih harga) sebagai akibat perubahan harga pada periode saat ini dengan periode sebelumnya (Jogiyanto, 2008 cit. Rusliati & Farida, 2010). Terdapat hubungan korelasi antara *return* dengan risiko, karena *return* bersifat tidak pasti. Terkait dengan hasil peramalan, peningkatan *return* harga rerata kakao dan nilai volatilitasnya mengindikasikan bahwa potensi risiko juga semakin tinggi.

Pengukuran nilai volatilitas dengan metode statis dan dinamik memberikan hasil yang sama, yaitu nilai volatilitas yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu. Hal ini disebabkan adanya faktor makro ekonomi yang mempengaruhi harga kakao. Faktor makro ini sangat dipengaruhi oleh kondisi perekonomian global. Jika terjadi krisis ekonomi global, akan mengakibatkan gejolak harga terhadap komoditas yang diperdagangkan di pasar internasional.

Faktor risiko yang berkaitan dengan nilai volatilitas adalah risiko harga dan pasar. Sebab, risiko harga dan pasar memiliki implikasi luas terhadap biaya input produksi dan pendapatan pelaku ekonomi akibat adanya ketidakpastian harga. Beberapa macan variabilitas harga yang dapat diduga meliputi tren harga, siklus harga dan variasi harga berdasar musim. Faktor harga dan pasar akan mempengaruhi spekulasi, ekspektasi pedagang, permintaan konsumen dan kebijakan pemerintah (Soedjana, 2007). Selain risiko harga dan pasar, faktor risiko dan ketidakpastian di bidang pertanian adalah risiko produksi, usaha dan finansial,

teknologi, sosial dan hukum, kerusakan serta manusia (Soedjana, 2007).

Masalah risiko harga dan pasar merupakan salah satu penyebab terjadinya kegagalan pasar (*market failure*). Risiko ini yang akan mengakibatkan adanya distorsi pasar dan tidak tercapainya *output* ekonomi secara optimal (Hendratno, 2009). Pengaruh volatilitas terhadap harga adalah ketidakpastian harga yang diterima para pelaku ekonomi karena nilainya sangat sulit untuk diprediksi. Harga merupakan faktor di luar kemampuan pelaku ekonomi untuk mengontrolnya sehingga akan menyulitkan mereka dalam perencanaan dan pengelolaan usaha. Dampak paling risikan akibat risiko harga dan pasar adalah pertumbuhan ekonomi dapat terhambat.

Langkah strategis untuk mengurangi risiko harga dan pasar adalah peningkatan aktivitas pengelolaan risiko melalui instrumen perdagangan berjangka (*futures trading*). Perdagangan berjangka berisikan kegiatan transaksi jual-beli komoditi berdasarkan kontrak berjangka. Perdagangan berjangka ini termasuk kegiatan asuransi di dalam mekanisme pasar dan dilakukan di Bursa Berjangka. Strategi manajemen risiko yang dilakukan Bursa Berjangka adalah kegiatan lindung-nilai (*hedging*) (Anwar, 2006). Kegiatan lindung-nilai merupakan kegiatan transaksi jual-beli kontrak berjangka yang dilakukan pada pasar berjangka untuk mengurangi risiko sekecil mungkin yang timbul akibat fluktuasi harga, terutama perubahan harga di pasar fisik. Kontrak berjangka tersebut dapat digunakan sebagai sarana negosiasi antara penjual dan pembeli dalam penentuan harga dan standar komoditi yang akan diberikan pada tanggal tertentu sesuai dengan kesepakatan kedua belah pihak. Tujuan kegiatan lindung-nilai (*hedging*) adalah mengalihkan risiko harga kepada pihak lain (investor) yang menginginkan keuntungan dari perubahan harga.

Bursa berjangka dapat berfungsi sebagai sarana pembentukan harga dengan struktur pasar yang mendekati pasar persaingan sempurna. Dengan kriteria bahwa Bursa Berjangka merupakan tempat bertemunya para pelaku pasar dan mereka tidak dapat mempengaruhi harga serta mengendalikan pasar (Hendratno, 2009).

Dalam arti sempit, masalah risiko harga dan pengelolaannya sangat erat hubungannya dengan pengambilan keputusan para pelaku ekonomi. Ketidakpastian harga akan menuntut pelaku ekonomi untuk mencari informasi tentang beberapa hal yang dapat diprediksi. Perolehan informasi tersebut dapat dilakukan melalui analisis ekonometrika. Oleh karena itu, model GARCH yang diperoleh dapat digunakan untuk meminimalkan risiko harga dan usaha, serta bahan pertimbangan dalam pengambilan keputusan terkait masalah usaha. Hasil penelitian juga dapat digunakan pelaku ekonomi untuk memperkirakan penentuan waktu *hedging*.

Dalam penelitian selanjutnya, dapat dilakukan perhitungan besar kecilnya risiko (*Value at Risk*) melalui model ARCH-GARCH. Pengukuran volatilitas juga dapat dilakukan dengan model ARCH-GARCH lain secara spesifik agar memperoleh hasil kajian yang mendalam. Pemodelan ini juga dapat diaplikasikan pada data *return* komoditas lain yang memiliki volatilitas tinggi, misalnya saham, nilai tukar, tingkat bunga, komoditas pertanian lain, dan sebagainya.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Pola pergerakan harga kakao di pasar berjangka cenderung berfluktuasi dan sangat volatil dari waktu ke waktu,

sehingga menunjukkan adanya variasi harga kakao yang relatif tinggi.

2. Hasil evaluasi 5 model ARCH-GARCH, diketahui bahwa model GARCH (1,1) merupakan model terbaik untuk menangani masalah perilaku harga dengan volatilitas yang tinggi. Sementara itu model ARCH-M tidak dapat digunakan untuk memproyeksikan volatilitas *return* harga kakao, karena koefisien parameter persamaan rata-rata tidak signifikan. Hal ini berarti varian residual tidak mempengaruhi *return* harga kakao.
3. Hasil peramalan terhadap *return* harga rerata kakao dan nilai volatilitasnya memperlihatkan bahwa pergerakan nilainya cenderung meningkat, sehingga terdapat potensi risiko yang tinggi pula.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ir. Surip Mawardi, SU dan Dr. Ir. John Bako Baon, MSc. atas saran-saran yang diberikan terhadap naskah tulisan ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, C. (2006). Perkembangan pasar dan prospek agribisnis karet di Indonesia. *Lokakarya Budidaya Tanaman Karet*, p. 1 - 19. Medan, Indonesia.
- Astiyah, S.; A.R. Hutabarat & D.V.B. Sianipar (2005). Dampak liberalisasi perdagangan terhadap perilaku pembentukan harga produk industri melalui *Structure-Conduct Performance Model. Buletin Ekonomi Moneter dan Perbankan*, 7, 523 - 553.
- Bollerslev, T. (2008). Glossary to ARCH (GARCH). *CREATE Research Paper 2008-49*. School of Economics and Management, University of Aarhus, Denmark.

- Bollerslev, T.; R.F. Engle & D.B. Nelson (1993). ARCH Models. *Discussion Paper 93 - 49*. Department of Economics, University of California, San Diego.
- Braun, P.A.; D.B. Nelson & A.M. Sunier (1995). Good news, bad news, volatility, and Betas. *The Journal of Finance*, 50, 1.575 - 1.603.
- Diebold, F.X. (2004). The nobel memorial prize for Robert F. Engle. *Scandinavian Journal of Economics*, 106, 165 - 185.
- Dradjat, B. (2011). Peluang peningkatan nilai tambah kakao domestik melalui regulasi perdagangan. *Pelita Perkebunan*, 27, 130 - 149
- Engle, R. (2004). Risk and volatility: econometric models and financial practice. *The American Economic Review*, 94, 405 - 420.
- Hatane, S.E. (2011). Garch-type models on the volatility of Indonesian cocoa's spot price returns. *Jurnal Manajemen dan Kewirausahaan*, 13, 117 - 123.
- Hendratno, S. (2009). Pendugaan harga harian pada *futures trading* dan integrasi pasar karet alam. *Jurnal Penelitian Karet*, 27, 65 - 76.
- Hendratno, S. (2010). Pengaruh anomali iklim terhadap harga karet alam. *Warta Perkaretan*, 29, 50 - 54.
- Hutabarat, B. (2004). Kondisi pasar dunia dan dampaknya terhadap kinerja industri perkopian nasional. *Jurnal Agro Ekonomi*, 22, 147 - 166.
- Irawan, B. (2007). Fluktuasi harga, transmisi harga dan marjin pemasaran sayuran dan buah. *Analisis Kebijakan Pertanian*, 5, 358 - 373.
- Kuncoro, H. (2011). The volatility of world crude oil prices. *Economic Journal of Emerging Markets*, 3, 1 - 15.
- Lux, T. & M. Marchesi (2000). Volatility clustering in financial markets: a microsimulation of interacting agents. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 3, 675 - 702.
- McLeod, A.I. & W.K. Li (1983). Diagnostic checking ARMA time series models using squared-residual autocorrelations. *Journal of Time Series Analysis*, 4, 269 - 273.
- Rachman, B. (2003). Dinamika harga dan perdagangan komoditas jagung. *Socioeconomic of Agriculturre and Agribusiness*, 3, 115 - 129.
- Rusliati, E. & E.N. Farida (2010). Pemecahan saham terhadap likuiditas dan *return* saham. *Jurnal Bisnis dan Akuntansi*, 12, 161 - 174.
- Sawit, M.H. (2007). Serbuan impor pangan dengan minim perlindungan di era liberalisasi. *KONPERNAS XV dan KONGRES XIV PERHEPI*, p. 1 - 16. Kota Surakarta, Indonesia.
- Soedjana, T.D. (2007). Sistem usaha tani terintegrasi tanaman-ternak sebagai respons petani terhadap faktor risiko. *Jurnal Litbang Pertanian*, 26, 82 - 87.
- Stokes, H.H. & H. Neuburger (1979). The effect of monetary changes on interest rates: Box-Jenkins Approach. *The Review of Economics and Statistics*, 61, 534 - 548.
- Sukirno, S. (2002). *Pengantar Teori Mikroekonomi*. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Sumaryanto (2009). Analisis volatilitas harga eceran beberapa komoditas pangan utama dengan model ARCH/GARCH. *Jurnal Agro Ekonomi*, 27, 135 - 163.
- Susilowati, S.H. & B. Rachman (2008). *Perkembangan Harga Pangan dan Implikasinya Bagi Masyarakat Pedesaan*. Pusat Analisis Sosial Ekonomi dan Kebijakan Pertanian, Bogor.
- Wibowo, Y.A.; Suparti & Tarno (2012). Analisis data runtun waktu menggunakan metode wavelet thresholding. *Jurnal Gaussian*, 1, 249 - 258.
- \*\*\*\*\*.