

## Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.)

*The Effect of Temperature and Maceration Time on Antioxidant Activity of Cocoa Pod Husk Extract (*Theobroma cacao* L.)*

**Dimas Anggi Ananta, G.P. Ganda Putra\*, I Wayan Arnata**

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 14 Januari 2021 / Disetujui 29 Januari 2021

### ABSTRACT

*Cocoa pod husk is a by-product of cocoa processing which is quite abundant and has not been used optimally. Cocoa pod husk can be used more optimally by extracting, its content of polyphenol compounds which can be used as natural antioxidants. The aim of this study were to determine the effect of temperature and maceration time of cocoa pod husk extract as a source of antioxidants and to determine the best type of temperature and maceration time to produce cocoa pod husk extract as a source of antioxidants. This experiment was designed by using factorial randomized block design. The first factor was type of maceration temperature consisting of  $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $45\pm 2^{\circ}\text{C}$  and  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ . The second factor was maceration time, which were done for 24, 36 and 48 h. The data were analyzed with analysis of variance and continued with the Tukey test. The results showed that the temperature and time of maceration had a very significant effect on yield, total phenolic and antioxidant capacity of cocoa pod husk extract. Interactions between treatments had a very significant effect on total phenolic and antioxidant capacity but did not significantly affect the yield of cocoa pod husk extract. The best treatment for producing cocoa pod husk extract as a source of antioxidants was using maceration temperature  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$  and maceration time for 36 h with yield characteristics  $5,28\pm 0,15\%$ , total phenolic at  $168.16\pm 0,06$  mg GAE/g and capacity antioxidant  $130.94\pm 0.84$  mg GAEAC/g.*

**Keywords:** *Cocoa pod husk, extraction, temperature, time, antioxidants.*

### ABSTRAK

Kulit buah kakao merupakan hasil samping dari pengolahan kakao yang cukup besar dan belum dimanfaatkan secara optimal. Hasil samping kulit buah kakao dapat digunakan secara lebih optimal dengan mengekstraksi senyawa polifenol dan digunakan sebagai antioksidan alami. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan serta untuk menentukan suhu dan waktu maserasi terbaik untuk menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan. Percobaan ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu suhu yang terdiri atas  $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $45\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Faktor kedua yaitu waktu maserasi yang terdiri atas 24, 36 dan 48 jam. Data dianalisis dengan analisis varian dan dilanjutkan dengan uji Tukey. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu dan waktu maserasi berpengaruh sangat nyata terhadap rendemen, total fenolik, dan

---

\*Korespondensi Penulis:

Email: gandaputra@unud.ac.id

kapasitas antioksidan. Interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata terhadap total fenolik dan kapasitas antioksidan namun tidak berpengaruh nyata terhadap rendemen ekstrak bubuk kulit buah kakao. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan adalah menggunakan suhu  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan waktu maserasi selama 36 jam dengan karakteristik rendemen  $5,28\pm 0,15\%$ , total fenolik sebesar  $168,16\pm 0,06$  mg GAE/g dan kapasitas antioksidan  $130,94\pm 0,84$  mg GAEAC/g.

**Kata kunci:** Kulit buah kakao, ekstraksi, suhu, antioksidan.

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara produsen kakao terbesar ketiga di dunia setelah Pantai Gading (*Ivory Coast*) dan Ghana. Menurut Badan Pusat Statistik, produksi kakao di Indonesia sebesar 774.200 ton pada tahun 2019. Kakao yang dibudidayakan di Indonesia ada dua yaitu tanaman kakao *Criollo* dan tanaman kakao *Forastero*. Buah kakao terdiri atas 75% kulit buah kakao, 22% kulit biji kakao dan 3% plasenta (Darwis *et al.*, 1999). Bagian tanaman kakao yang sering dimanfaatkan adalah biji buahnya. Secara umum, biji buah kakao umumnya menjadi produk olahan coklat sedangkan bagian lainnya seperti kulit buah belum dimanfaatkan secara optimal. Kulit buah kakao merupakan hasil samping dari pengolahan biji kakao yaitu mencapai 70% dari keseluruhan buah, dengan kandungan air sekitar 85%, serat kasar 27%, dan protein 8%. Pengolahan 1 ton biji kakao kering menghasilkan hasil ikutan kulit buah kakao basah sebanyak 10 ton (Purnama, 2004). Dengan demikian, kulit buah kakao tersedia dalam jumlah berlimpah dan sangat potensial dimanfaatkan menjadi berbagai jenis produk. Selama ini pengolahan kulit buah kakao masih sebatas untuk pembuatan kompos, pakan ternak, arang dan asap cair. Sementara itu, kandungan senyawa aktif pada kulit buah kakao masih terbatas diteliti dan dimanfaatkan.

Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa komponen utama polifenol pada kulit buah kakao menggunakan metode *in vitro* seluler mengandung katekin 37%, antosianin 4% dan proantosianidin 58% (Hii *et al.*, 2009). Selain itu, kulit buah kakao juga mengandung theobromin sekitar 0,4% b/b dan kalium sekitar 3-4% b/b dalam bahan kering,

campuran dari flavonoid yang terpolimerasi atau terkondensasi meliputi antosianidin, katekin, leukoantosianidin yang kadang berikatan dengan glukosa, monosakarida dan polisakarida yang meliputi pektin, gom, dan selulosa (Listyannisa, 2012). Senyawa-senyawa aktif ini mempunyai potensi dijadikan sebagai salah satu sumber polifenol yang memiliki sifat antioksidan. Antioksidan dapat menghambat reaksi oksidasi dan memperbaiki sel-sel kulit yang rusak akibat radikal bebas serta mampu menangkal radikal bebas (Jusmiati *et al.*, 2015). Antioksidan dalam tubuh manusia diperoleh dari enzim-enzim internal seperti superoksida dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPX), katalase (CAT), glutathione (GSH), tokoferol dan  $\beta$ -karotene, maupun dari asupan makanan atau suplemen seperti vitamin C dan vitamin A yang sering disebut sebagai antioksidan sintetis (Saefudin *et al.*, 2013). Hernani dan Rahardjo (2005) menyatakan bahwa produksi antioksidan dalam tubuh tersebut akan berkurang semakin bertambahnya usia, sehingga antioksidan sintetis sangat diperlukan bagi tubuh manusia. Beberapa metode pengujian antioksidan antara lain DPPH, ABST, dan FRAP. Pada penelitian ini, metode yang digunakan untuk pengujian antioksidan adalah menggunakan metode DPPH. Metode DPPH lebih mudah diterapkan karena senyawa radikal yang digunakan bersifat lebih stabil dibandingkan dengan metode lainnya. Selain itu, analisis antioksidan dengan metode DPPH juga menggambarkan sistem pertahanan tubuh terhadap radikal bebas. Pada penelitian ini, pelarut yang digunakan adalah etanol 96%. Pelarut etanol 96% adalah senyawa polar yang mudah menguap sehingga baik digunakan sebagai pelarut ekstrak.

Senyawa polifenol pada kulit buah kakao dapat digunakan sebagai alternatif sumber antioksidan alami. Senyawa ini dapat diperoleh melalui proses ekstraksi kulit buah kakao. Beberapa metode ekstraksi yang dapat digunakan adalah metode maserasi, soxhletasi, perkolasi, refluks dan destilasi uap. Diantara metode-metode tersebut, metode maserasi merupakan metode yang cara pengerjaannya paling sederhana, mampu menghasilkan ekstrak dalam jumlah banyak, tidak menyebabkan perubahan kimia senyawa-senyawa tertentu karena pemanasan dan tidak memerlukan alat khusus dibandingkan dengan metode ekstraksi lainnya (Pratiwi, 2009). Secara umum, proses ekstraksi dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya penyiapan bahan, jenis pelarut, suhu, ukuran partikel, pengadukan, waktu ekstraksi, dan ukuran sampel (Distantina *et al.*, 2007).

Salah satu faktor yang mempengaruhi aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit buah kakao yaitu suhu ekstraksi. Ekstraksi menggunakan metode maserasi pada umumnya menggunakan suhu ruang. Akan tetapi penggunaan suhu ruang memiliki kelemahan yaitu proses ekstraksi yang kurang sempurna, sehingga senyawa menjadi kurang terlarut. Untuk itu, perlu dilakukan modifikasi suhu untuk mengoptimalkan proses ekstraksi (Ningrum, 2017). Beberapa penelitian mengenai pengaruh suhu ekstraksi pada berbagai jenis bahan telah dilaporkan. Menurut Wahyuni *et al.* (2020), komponen bioaktif seperti antioksidan pada tanaman daun bambu duri meningkat seiring kenaikan suhu ekstraksi antara 30-60°C. Pada penelitian Kiswandono (2011), proses pemanasan rendah dengan suhu 50°C secara kuantitatif menghasilkan rendemen ekstrak daun kelor lebih tinggi dengan persentase 11,41% dibandingkan tanpa proses pemanasan yaitu 9,98%. Sedangkan pada penelitian Damanik *et al.* (2014), ekstraksi katekin dari daun gambir dengan metode maserasi menunjukkan bahwa suhu

60°C merupakan suhu terbaik dalam menghasilkan katekin, yaitu sebesar 87,14%.

Selain suhu ekstraksi, waktu maserasi juga merupakan salah satu faktor yang berpengaruh dalam proses ekstraksi. Waktu ekstraksi sangat berpengaruh terhadap senyawa yang dihasilkan (Budiyanto dan Yulianingsih, 2008). Semakin lama waktu maserasi yang digunakan maka semakin lama kontak antara pelarut dengan bahan dan bahan aktif yang terlarut (Wahyuni *et al.*, 2015). Penelitian Utami (2009) telah melaporkan bahwa waktu maserasi yang terlalu singkat akan mengakibatkan tidak semua senyawa larut dalam pelarut yang digunakan dan apabila waktu ekstraksi terlalu lama tidak akan mengakibatkan peningkatan berat flavonoid terekstrak karena jumlah pelarut dalam zat terlarut telah jenuh. Sementara itu, pada penelitian Pratyaksa *et al.* (2019) mengenai pengaruh ukuran partikel dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak kulit buah kakao menunjukkan bahwa nilai rendemen tertinggi diperoleh dari perlakuan waktu maserasi selama 48 jam yaitu 4,04% dan pada waktu maserasi 24 jam menghasilkan rendemen terendah yaitu yaitu 3,45%. Sedangkan dalam penelitian Suryani (2012) mengenai optimasi metode ekstraksi fenol dari rimpang jahe empiris didapatkan bahwa waktu optimal ekstraksi selama 36 jam yang memperoleh ekstrak jahe dengan kadar fenol 371,12 mg/g.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian di atas menunjukkan bahwa kondisi suhu dan waktu ekstraksi menghasilkan karakteristik ekstrak yang sangat bervariasi tergantung pada jenis dan karakteristik bahannya, sehingga penelitian mengenai pengaruh suhu dan lama maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao perlu dilakukan. Selain itu, penelitian mengenai penentuan kondisi optimal dari suhu dan waktu maserasi juga belum banyak dilakukan. Sampai saat ini penelitian terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao masih terbatas dilakukan terhadap faktor jenis pelarut,

perbandingan bahan dan pelarut, dan ukuran partikel. Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan, serta menentukan suhu dan waktu maserasi terbaik yang dapat menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan.

## METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Rekayasa Proses dan Pengendalian Mutu, Laboratorium Analisis Pangan, Laboratorium Mikrobiologi Pangan dan Laboratorium Teknik Pasca Panen, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana serta Laboratorium Fakultas Pertanian, Universitas Warmadewa. Waktu pelaksanaan dilakukan pada bulan Agustus hingga Oktober 2020.

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah kakao lindak (jenis *Forastero*) diperoleh dengan karakteristik berwarna coklat kekuningan dari PT. Cau Cokelat Internasional (Cau *Chocolate*), Dusun Cau, Desa Tua, Kecamatan Marga, Kabupaten Tabanan, Bali. Bahan kimia yang digunakan antara lain etanol 96 persen (Bratachem), metanol PA (Merck), reagen Foiln-Ciocalteu (Merck), aquades (One Med),  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (Merck), asam galat (Sigma-aldrich), dan kristal DPPH (Himedia).

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah Inkubator (*Memmert*), timbangan analitik (*Shimadzu*), spektrofotometer (*Biochrome SN 133467*), rotary evaporator vacuum (*IKA RV 10 digital*), vortex (*Barnstead Thermolyne Maxi Mix II*), blender (*Philips*), kertas saring kasar, kertas saring Whatman no.1, mikropipet (*Socorex*),

ayakan 60 mesh (*Retsch*), tabung reaksi (*Iwaki*), pipet volume (*Pyrex*), gelas beaker (*Pyrex*), labu ukur (*Iwaki*), erlenmeyer (*Pyrex*), aluminium foil, botol sampel, corong pisah (*Pyrex*).

### Rancangan Percobaan

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) pola faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah suhu (S) yang terdiri atas 3 taraf, yaitu S1 ( $30\pm 2^\circ\text{C}$ ), S2 ( $45\pm 2^\circ\text{C}$ ), S3 ( $60\pm 2^\circ\text{C}$ ). Faktor kedua yaitu waktu maserasi (W) yang terdiri atas 3 taraf, yaitu W1 (24 jam), W2 (36 jam), W3 (48 jam). Berdasarkan faktor tersebut diperoleh 9 kombinasi perlakuan, dengan masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu pelaksanaannya sehingga diperoleh 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis variansi (ANOVA) dan jika perlakuan berpengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ). Pengolahan data menggunakan perangkat lunak Minitab 16. Penentuan perlakuan terbaik dari semua parameter yang diukur dilakukan dengan uji efektifitas (De Garmo *et al.*, 1984).

### Pelaksanaan Penelitian

#### Pembuatan bubuk kulit buah kakao (Wasmun *et al.*, 2015)

Kulit buah kakao yang sudah diambil dicuci dengan air mengalir hingga bersih. Kulit buah diparut lalu dikeringkan pada suhu  $50^\circ\text{C}$  selama  $\pm 6$  jam dengan kriteria mudah dipatahkan untuk mendapatkan kadar air kulit buah kakao sekitar 7%. Kulit biji kakao kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender. Bubuk kulit buah kakao yang sudah halus kemudian diayak dengan ayakan 60 mesh. Bahan yang tidak lolos ayakan diblender dan diayak kembali hingga lolos ayakan 60 mesh.

#### Pembuatan ekstrak kulit buah kakao (Suryani *et al.*, 2015)

Proses ekstrak kulit buah kakao dilakukan modifikasi dari penelitian Suryani *et*

al. (2015) pada suhu, waktu, dan pengadukan. Ekstraksi sampel kulit buah kakao dilakukan dengan menggunakan metode maserasi. Bubuk kulit buah kakao dengan kadar air sekitar 7% ditimbang masing-masing 30 gram dan ditambahkan pelarut etanol 96% sebanyak 300 mL sehingga didapatkan perbandingan sampel dengan pelarut etanol yaitu 1:10 dalam basis basah (Amelinda *et al.*, 2018). Proses maserasi dilakukan pada suhu sesuai perlakuan yaitu  $30\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $45\pm 2^{\circ}\text{C}$  dan  $60\pm 2^{\circ}\text{C}$ , dengan menggunakan botol berwarna gelap 300 mL dan dalam kondisi tertutup rapat selama 24, 36 dan 48 jam. Selama proses maserasi dilakukan proses pengadukan setiap 6 jam selama 1 menit secara manual. Setelah maserasi disaring menggunakan kertas saring dan kertas Whatman no. 1, filtrat yang diperoleh diuapkan dengan *rotary evaporator* pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  dengan kecepatan 80 rpm dan tekanan 112 mBar sampai tidak ada pelarut yang menetes. Selanjutnya ekstrak kental yang didapat ditimbang dan dimasukkan ke dalam botol sampel gelap untuk ditentukan karakteristik ekstraknya.

### Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati adalah rendemen ekstrak, total fenolik, dan kapasitas antioksidan.

### Rendemen Ekstrak (Sudarmadji *et al.*, 1989)

Rendemen ekstrak kulit buah kakao dihitung dengan cara membagi berat ekstrak kental dengan berat bubuk kulit buah kakao yang kemudian dikalikan dengan 100%. Rumus menghitung nilai rendemen adalah sebagai berikut:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat ekstrak yang diperoleh (g)}}{\text{berat bubuk kulit buah kakao (g)}} \times 100\%$$

### Total Fenolik (Sahu *et al.*, 2013)

#### Pembuatan Kurva Standar Asam Galat

Kurva standar dibuat dengan menimbang asam galat sebanyak 0,01 gram, lalu diencerkan menjadi 100 mL dengan

akuades. Kemudian dibuat seri pengenceran masing-masing sebanyak 5 mL dengan konsentrasi 0, 10, 20, 40, 60, 80, 100 mg/L menggunakan pelarut etanol. Kemudian masing-masing konsentrasi dipipet sebanyak 0,4 mL dan ditempatkan di tabung reaksi. Masing-masing seri kemudian ditambahkan reagen *Folin-Ciocalteu* sebanyak 0,4 mL, kemudian divortex dan diinkubasi selama 6 menit. Setelah itu,  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5% sebanyak 4,2 mL ditambahkan ke dalam masing-masing seri, kemudian divortex dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Kemudian dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 760 nm dan dibuat kurva kalibrasi serta persamaan regresi linear dari data yang didapat.

### Perlakuan Sampel

Sebanyak  $\pm 0,1$  gram sampel ditimbang dan dilarutkan dengan 5 mL metanol 85% menggunakan labu ukur, kemudian dihomogenkan dan disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit hingga diperoleh supernatan. Supernatan disaring hingga memperoleh filtrat. Filtrat kemudian dipipet sebanyak 10  $\mu\text{L}$ , ditambahkan 390  $\mu\text{L}$  metanol 85%, ditambahkan 400  $\mu\text{L}$  reagen *Folin-Ciocalteu*, divortex hingga homogen, serta diinkubasi selama 6 menit. Setelah itu ditambahkan  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  5% sebanyak 4,2 mL dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Kemudian dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 760 nm.

Perhitungan total fenolik menggunakan rumus persamaan regresi  $y = ax + b$ , dimana  $y$  menunjukkan absorbansi,  $x$  menunjukkan konsentrasi asam galat,  $a$  menunjukkan intersep, dan  $b$  adalah konstanta. Total kandungan fenol pada ekstrak ditunjukkan sebagai mg ekuivalen asam galat/gram sampel. Penentuan total fenolik ekstrak kulit buah kakao dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Total Fenol} \left( \frac{\text{mg GAE}}{\text{g}} \right) = \frac{X \times \text{Volume Larutan (mL)}}{\text{sampel (g)}} \times \text{FP}$$

Keterangan :

X = Konsentrasi yang diperoleh dari persamaan regresi linier kurva standar asam galat ( $\frac{\text{mg}}{\text{mL}}$ )

FP = Faktor pengencer

### Kapasitas Antioksidan dengan Metode DPPH (Blois, 1958) Pembuatan Kurva Standar Asam Galat

Kurva standar dibuat dengan menimbang asam galat sebanyak 0,01 gram yang diencerkan dengan aquades menjadi 100 mL. Kemudian dibuat seri pengenceran yang masing-masing sebanyak 5 mL dengan konsentrasi 0, 5, 10, 15, 20, 25 ppm menggunakan pelarut etanol. Kemudian dari masing-masing standar dipipet 0,5 mL dan ditempatkan pada tabung reaksi, ditambahkan larutan DPPH sebanyak 3,5 mL, lalu divortex dan diinkubasi selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 517 nm dan dibuat kurva kalibrasi serta persamaan regresi linear dari data yang didapat.

### Perlakuan Sampel

Sebanyak  $\pm 0,1$  gram sampel ditimbang dan diencerkan dengan metanol sampai volume 5 mL dalam labu ukur, divortex dan disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 15 menit hingga diperoleh supernatan. Supernatan disaring hingga memperoleh filtrat. Filtrat kemudian dipipet sebanyak 0,5 mL dan ditempatkan pada tabung reaksi.

Tabel 1. Nilai rendemen (%) ekstrak kulit buah kakao pada berbagai variasi suhu dan waktu maserasi.

Suhu maserasi ( $^{\circ}\text{C}$ )	Waktu maserasi (jam)			Rata-rata
	W <sub>1</sub> (24)	W <sub>2</sub> (36)	W <sub>3</sub> (48)	
S <sub>1</sub> (30 $\pm$ 2)	4,52	5,23	6,23	5,33 $\pm$ 1,72 <sup>c</sup>
S <sub>2</sub> (45 $\pm$ 2)	5,47	6,01	6,72	6,07 $\pm$ 1,25 <sup>a</sup>
S <sub>3</sub> (60 $\pm$ 2)	4,90	5,28	6,36	5,51 $\pm$ 1,52 <sup>b</sup>
Rata-rata	4,96 $\pm$ 0,96 <sup>c</sup>	5,51 $\pm$ 0,87 <sup>b</sup>	6,44 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai pada baris atau kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kesalahan 1% ( $p \leq 0,01$ )

Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai rata-rata rendemen ekstrak kulit buah kakao dengan menggunakan suhu 45 $^{\circ}\text{C}$  menghasilkan rendemen tertinggi yaitu 6,07 $\pm$ 1,25% sedangkan dengan menggunakan suhu 30 $^{\circ}\text{C}$  memiliki rendemen terendah yaitu

Selanjutnya ditambahkan larutan DPPH sebanyak 3,5 mL, divortex dan diinkubasi selama 30 menit. Kemudian dilakukan pengukuran absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm.

Kapasitas antioksidan dihitung dengan menggunakan rumus persamaan regresi linier  $y = ax + b$  dimana y menunjukkan absorbansi, x menunjukkan konsentrasi asam galat, a menunjukkan intersep dan b adalah konstanta. Aktivitas antioksidan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kapasitas Antioksidan } \left( \frac{\text{mg GAEAC}}{\text{g}} \right) = \frac{X \times \text{Volume Larutan (mL)}}{\text{sampel (g)}} \times \text{FP}$$

Keterangan :

X = Konsentrasi yang diperoleh dari persamaan regresi linier kurva standar asam galat ( $\frac{\text{mg}}{\text{mL}}$ )

FP = Faktor pengencer

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu maserasi berpengaruh sangat nyata ( $p \leq 0,01$ ), sedangkan interaksinya berpengaruh tidak nyata ( $p \geq 0,05$ ) terhadap rendemen ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata rendemen ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 1.

5,33 $\pm$ 1,72%. Hasil ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu maserasi hingga 45 $^{\circ}\text{C}$  mampu meningkatkan persentase rendemen, tetapi penggunaan suhu maserasi yang lebih tinggi yaitu suhu 60 $^{\circ}\text{C}$  dapat menurunkan persentase rendemen. Hal ini disebabkan oleh

rusaknya senyawa bioaktif yang terdapat dalam bahan yaitu senyawa yang tidak tahan terhadap suhu tinggi, sehingga rendemen yang dihasilkan rendah (Cahayanti *et al.*, 2016). Suhu maserasi yang rendah yaitu pada suhu 30°C menghasilkan rendemen terendah pada ekstraksi kulit buah kakao. Hal ini diduga pada saat suhu maserasi yang rendah kandungan senyawa aktif dalam kulit buah kakao tidak dapat terekstrak secara sempurna, sehingga komponen bioaktif masih banyak yang tertinggal di dalam bahan (Wahyuni *et al.*, 2020).

Perlakuan waktu maserasi menunjukkan adanya peningkatan persentase hasil rendemen disetiap kenaikan waktu maserasi. Nilai rata-rata rendemen ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh dari perlakuan waktu maserasi 48 jam yaitu 6,44±0,50%, diikuti dengan waktu maserasi 36 jam yaitu 5,51±0,87% dan yang terendah diperoleh dari waktu maserasi 24 jam yaitu 4,96±0,96%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin lama waktu maserasi yang digunakan, maka rendemen ekstrak kulit buah kakao yang dihasilkan semakin tinggi sampai titik jenuh. Waktu maserasi yang semakin lama akan

Tabel 2. Nilai rata-rata total fenolik (mg GAE/g) ekstrak kulit buah kakao pada berbagai variasi suhu dan waktu maserasi.

Suhu Maserasi (°C)	Waktu maserasi (jam)		
	W <sub>1</sub> (24)	W <sub>2</sub> (36)	W <sub>3</sub> (48)
S <sub>1</sub> (30±2)	136,32±0,94 <sup>i</sup>	161,44±0,53 <sup>c</sup>	152,38±0,26 <sup>f</sup>
S <sub>2</sub> (45±2)	139,67±0,91 <sup>h</sup>	165,16±0,70 <sup>b</sup>	155,34±0,27 <sup>e</sup>
S <sub>3</sub> (60±2)	145,95±0,32 <sup>g</sup>	168,16±0,06 <sup>a</sup>	158,62±0,74 <sup>d</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kesalahan 1% ( $p \leq 0,01$ )

Tabel 2 menunjukkan hasil total fenolik ekstrak kulit buah kakao tertinggi diperoleh dari suhu 60°C dengan waktu maserasi selama 36 jam yaitu sebanyak 168,16±0,06 mg GAE/g dan total fenolik terendah diperoleh dari suhu 30°C dengan waktu maserasi 24 jam yaitu sebanyak 136,32±0,94 mg GAE/g. Pada proses ekstraksi suhu dan waktu maserasi yang berbeda dapat mempengaruhi hasil total fenolik yang

memberikan waktu yang cukup untuk pelarut menarik senyawa-senyawa yang terkandung dalam sel, sehingga tercapai kondisi konstan saat pelarut mencapai titik jenuh. Hasil dari penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Anggreni *et al.* (2019) mengenai karakteristik ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan yang menghasilkan perlakuan lama maserasi tertinggi adalah pada waktu maserasi 48 jam yaitu 10,49±2,50% dan yang terendah diperoleh dari waktu maserasi 24 jam yaitu 8,03±2,05%. Semakin lama waktu ekstraksi yang digunakan, waktu kontak antara sampel dan pelarut semakin lama sehingga jumlah senyawa yang terekstraksi semakin banyak (Srijanto *et al.*, 2004).

#### Total Fenolik

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu maserasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p \leq 0,01$ ) terhadap total fenolik ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata total fenolik (mg GAE/g) ekstrak kulit buah kakao yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 2

dihasilkan. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan sampai 60°C dan semakin lama waktu maserasi hingga 36 jam akan memudahkan pelarut dalam merusak dinding sel dan mengeluarkan fenol dari dalam jaringan kulit buah kakao, sehingga mampu meningkatkan kadar total fenolik. Pada suhu ekstraksi yang semakin tinggi akan menyebabkan turunnya nilai viskositas larutan yang kemudian memperkecil tahanan

perpindahan massa, sehingga jaringan sel partikel solid semakin melunak dan mempermudah perpindahan solute ke pelarut. Hal ini sesuai dengan penelitian Wahyuni *et al.* (2020) mengenai ekstraksi daun bambu duri yang menunjukkan bahwa pada suhu 60°C dengan waktu maserasi 36 jam menghasilkan 100,19±0,14 mg GAE/g dan pada waktu maserasi 48 jam mengalami penurunan menjadi 91,67±0,55 mg GAE/g.

Suhu dapat meningkatkan total fenol karena dengan adanya suhu tinggi maka pori-pori kulit buah kakao akan semakin membesar sehingga pelarut dapat mengekstrak fenol dengan maksimal, namun apabila diiringi dengan lama waktu maserasi yang semakin lama maka dapat menurunkan total fenol. Hal ini dikarenakan fenol mengalami degradasi akibat terlalu lamanya terpapar oleh panas. Setelah mencapai waktu optimumnya senyawa fenolik akan mengalami kerusakan dan tidak lagi terlarut ke dalam pelarut yang digunakan. Proses ekstraksi dengan suhu maserasi yang terlalu rendah yaitu 30°C dan waktu ekstraksi yang singkat yaitu 24 jam pada ekstraksi kulit buah kakao akan menyebabkan senyawa fenol

yang terdapat pada kulit buah kakao tidak terekstrak dengan maksimal karena proses difusi tidak berlangsung secara optimal sehingga senyawa fenol masih banyak yang tertinggal di dalam bahan. Hasil dari penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Pratyaksa *et al.* (2019) mengenai ekstraksi kulit buah kakao menunjukkan bahwa pada ukuran partikel 40 mesh dengan waktu maserasi 24 jam menghasilkan total fenolik terendah yaitu 67,99±0,27 mg GAE/g. Hal ini sesuai dengan penelitian Sekarsari *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa pada ekstraksi daun jambu biji dihasilkan total fenolik terendah terjadi pada suhu 40°C dan waktu maserasi 10 menit.

### Kapasitas Antioksidan

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu dan waktu maserasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ( $p \leq 0,01$ ) terhadap kapasitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g) ekstrak kulit buah kakao yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai rata-rata kapasitas antioksidan (mg GAEAC/g) ekstrak kulit buah kakao pada berbagai variasi suhu dan waktu maserasi.

Suhu Maserasi (°C)	Waktu maserasi (jam)		
	W <sub>1</sub> (24)	W <sub>2</sub> (36)	W <sub>3</sub> (48)
S <sub>1</sub> (30±2)	80,61±0,78 <sup>h</sup>	114,68±0,80 <sup>c</sup>	96,61±0,58 <sup>f</sup>
S <sub>2</sub> (45±2)	94,74±0,47 <sup>g</sup>	124,39±0,27 <sup>b</sup>	107,23±0,56 <sup>e</sup>
S <sub>3</sub> (60±2)	96,96±0,95 <sup>f</sup>	130,94±0,84 <sup>a</sup>	108,83±0,98 <sup>d</sup>

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang sangat nyata pada taraf kesalahan 1% ( $p \leq 0,01$ ).

Tabel 3 menunjukkan bahwa kapasitas antioksidan tertinggi diperoleh pada suhu 60°C dengan waktu maserasi selama 36 jam yaitu 130,94±0,84 mg GAEAC/g dan kapasitas antioksidan terendah diperoleh pada suhu 30°C dengan waktu maserasi 24 jam yaitu 80,61±0,78 mg GAEAC/g. Pada proses ekstraksi suhu dan waktu maserasi yang berbeda dapat mempengaruhi hasil kapasitas antioksidan yang dihasilkan. Hasil ini

menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan sampai 60°C dan lama waktu maserasi hingga 36 jam akan memudahkan pelarut dalam merusak dinding sel, tetapi proses ekstraksi senyawa antioksidan yang terdapat pada ekstrak kulit buah kakao sudah tidak memberi efek kenaikan pada waktu maserasi yang lebih dari 36 jam. Hal ini sesuai dengan penelitian Wahyuni *et al.* (2020) mengenai ekstraksi daun bambu duri yang

menunjukkan bahwa pada suhu 60°C dengan waktu maserasi 36 jam menghasilkan 83,99±0,78 mg GAEAC/g dan pada waktu maserasi 48 jam mengalami penurunan menjadi 83,40±0,59 mg GAEAC/g. Setelah mencapai waktu optimumnya senyawa fenolik akan mengalami kerusakan dan tidak lagi terlarut ke dalam pelarut yang digunakan. Pada penelitian Utami (2009), yang meneliti tentang sumber antioksidan alami dari daun alpukat menyatakan bahwa kapasitas antioksidan daun alpukat berbanding lurus dengan total fenol yang dikandungnya.

Kapasitas antioksidan yang dihasilkan dipengaruhi oleh senyawa polifenol yang ada pada ekstrak kulit buah kakao. Semakin banyak senyawa polifenolnya, maka kapasitas antioksidannya akan semakin besar. Pada penelitian ini didapatkan hasil total fenolik dan kapasitas antioksidan tertinggi sama-sama dihasilkan dari perlakuan suhu 60°C dan waktu maserasi selama 36 jam dengan nilai total fenolik 168,16±0,06 mg GAE/g dan kapasitas antioksidan yaitu 130,94±0,84 mg GAEAC/g dan nilai terendah sama-sama dihasilkan dari perlakuan suhu 30°C dan waktu maserasi selama 24 jam dengan nilai total fenolik yaitu 136,32±0,94 mg GAE/g dan nilai kapasitas antioksidan yaitu 80,61±0,78 mg GAEAC/g. Hasil dari penelitian ini relatif lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian

Pratyaksa *et al.* (2019) mengenai ekstraksi kulit buah kakao menunjukkan bahwa pada ukuran partikel 40 mesh dengan waktu maserasi 24 jam menghasilkan kapasitas antioksidan terendah yaitu 52,82±5,43 mg GAEAC/g. Menurut Towaha (2014), kapasitas antioksidan biji kakao dan produk turunannya dengan jumlah total polifenol yang dimiliki mempunyai korelasi yang positif. Sehingga semakin tinggi kandungan polifenol maka akan semakin tinggi pula nilai kapasitas antioksidannya.

### **Indeks Efektivitas**

Uji indeks efektivitas dilakukan untuk menentukan perlakuan terbaik dalam menghasilkan ekstrak kulit buah kakao. Variabel yang diamati pada pengujian ini adalah rendemen ekstrak, total fenolik dan kapasitas antioksidan. Hasil uji indeks efektivitas ekstrak kulit buah kakao dapat dilihat pada Tabel 4.

Perlakuan terbaik ditunjukkan dengan jumlah nilai hasil tertinggi. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan suhu 60°C dan waktu maserasi 48 jam memiliki nilai tertinggi yaitu 0,86 sehingga merupakan perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan.

Tabel 4 Hasil uji indeks efektivitas untuk menentukan perlakuan terbaik dari ekstrak kulit buah kakao.

Perlakuan		Variabel			Jumlah
		Rendemen	Total Fenolik	Kapasitas Antioksidan	
S1W1 (30°C & 24 Jam)	(BV)	1,40	2,20	3,00	6,60
	(BN)	0,21	0,33	0,45	1,00
	Ne	0,00	0,00	0,00	
	Nh	0,00	0,00	0,00	0,00
S1W2 (30°C & 36 Jam)	Ne	0,32	0,79	0,68	
	Nh	0,07	0,26	0,31	0,64
S1W3 (30°C & 48 Jam)	Ne	0,78	0,50	0,32	
	Nh	0,17	0,17	0,14	0,48
S2W1 (45°C & 24 Jam)	Ne	0,43	0,11	0,28	
	Nh	0,09	0,04	0,13	0,25
S2W2 (45°C & 36 Jam)	Ne	0,68	0,91	0,87	
	Nh	0,14	0,30	0,40	0,84
S2W3 (45°C & 48 Jam)	Ne	1,00	0,60	0,53	
	Nh	0,21	0,20	0,24	0,65
S3W1 (60°C & 24 Jam)	Ne	0,17	0,30	0,32	
	Nh	0,04	0,10	0,15	0,29
S3W2 (60°C & 36 Jam)	Ne	0,35	1,00	1,00	
	Nh	0,07	0,33	0,45	<b>0,86</b>
S3W3 (60°C & 48 Jam)	Ne	0,84	0,70	0,56	
	Nh	0,18	0,23	0,25	0,67

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Suhu dan waktu maserasi berpengaruh terhadap rendemen, total fenolik dan kapasitas antioksidan ekstrak kulit buah kakao. Interaksi antar perlakuan berpengaruh terhadap total fenolik dan kapasitas antioksidan namun tidak berpengaruh terhadap rendemen ekstrak kulit buah kakao.
2. Perlakuan terbaik untuk menghasilkan ekstrak kulit buah kakao sebagai sumber antioksidan adalah menggunakan suhu  $60\pm 2^\circ\text{C}$  dan waktu maserasi selama 36 jam, dengan karakteristik rendemen  $5,28\pm 0,15\%$ , total fenolik sebesar

$168,16\pm 0,06$  mg GAE/g dan kapasitas antioksidan  $130,94\pm 0,84$  mg GAEAC/g.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut :

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, untuk menghasilkan ekstrak kulit biji kakao sebagai sumber antioksidan, disarankan menggunakan suhu maserasi  $60\pm 2^\circ\text{C}$  dan waktu maserasi 36 jam.
2. Perlu dilakukan penelitian dengan memperlakukan faktor-faktor lainnya yang belum dilakukan pada penelitian ini dan juga perlu dilakukan pengaplikasian ekstrak kulit biji kakao pada suatu produk

## DAFTAR PUSTAKA

- Amelinda E., I.W.R. Widarta dan L.P.T. Darmayanti. 2018. Pengaruh waktu maserasi terhadap aktivitas antioksidan ekstrak rimpang temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 7(4): 165-174.
- Anggreni, N.M.D., G.P. Ganda Putra dan L.P. Wrsiati 2019. Karakteristik ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai sumber antioksidan pada perlakuan jenis pelarut dan waktu maserasi. *Jurnal Iptekma Universitas Udayana*. 8(2): 28-37.
- Blois, M. S. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*. 181(4617): 1199-1200.
- Budiyanto, A. dan Yulianingsih. 2008. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap karakter pektin dari ampas jeruk siam (*Citrus nobilis* L.). *Jurnal Pascapanen*. 5(2): 37-44.
- Cahayanti, I.A.P.A., N.M. Wartini, dan L.P. Wrsiati. 2016. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi terhadap karakteristik pewarna alami buah pandan (*Pandanus tectorius*). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 4(2): 32-41.
- Damanik, D.D.P., N. Surbakti, dan R. Hasibuan. 2014. Ekstraksi katekin dari daun gambir (*Uncaria gambir* Roxb) dengan metode maserasi. *Jurnal Teknik Kimia USU*. 3(2): 10-14.
- Darwis, A.A., E. Sukara, R. Purwati & T. Tedja. 1999. Biokonversi limbah lignoselulosa oleh *Trichoderma viride* dan *Aspergillus niger*. Laporan Penelitian PAU Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Distantina, S., Fadilah, E.R. Dyartanti, dan E.K. Artati. 2007. Pengaruh rasio berat rumput laut-pelarut terhadap ekstraksi agar-agar. *Ekuilibrium*. 6(2): 53-58.
- Hernani dan M. Rahardjo. 2005. Tanaman Berkhasiat Antioksidan. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Hii, C. L., C. L. Law, S. Suzannah, Misnawi and M. Cloke. 2009. Polyphenols in cocoa (*Theobroma cacao* L.). *Asian Journal of Food and Agro-Industry*. 2(04): 702-722.
- Jusmiati, A., R. Rusli dan L. Rijai. 2015. Aktivitas antioksidan kulit buah kakao masak dan kulit buah kakao muda. *Jurnal Sains dan Kesehatan*. 1(1): 34-39.
- Kiswandono, A.A. 2011. Perbandingan dua ekstraksi yang berbeda pada daun kelor (*Moringa oleifera* L.) terhadap rendemen ekstrak dan senyawa bioaktif yang dihasilkan. *Jurnal Sains*. 1(1): 45-51.
- Listyannisa, A. 2012. Solusi Senyawa Antioksidan dari Kulit Buah Cokelat (*Theobroma cacao* L.), Skripsi. Tidak dipublikasikan. Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi.
- Ningrum, M.P. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Waktu Maserasi terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Rumput Laut Merah (*Euchema cottonii*). Tesis. Tidak dipublikasikan. Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Pratiwi, I. 2009. Uji Antibakteri Ekstrak Kasar Daun *Acalypha indica* terhadap Bakteri *Salmonella choleraesuis* dan *Salmonella typhimurium*. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Pratyaksa, I.P.L., G.P. Ganda Putra dan L. Suhendra. 2019. Pengaruh ukuran partikel dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.) sebagai sumber

- antioksidan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(1): 139-149.
- Purnama, I. N. 2004. Kajian Potensi Isolat Kapang Pemecah Ikatan Tanin Pada Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.). Skripsi. Tidak dipublikasikan. Program Studi Nutrisi dan Makanan Ternak, Departemen Ilmu Nutrisi dan Makanan Ternak, Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Saefudin, S. Marusin dan Chairul. 2013. Aktivitas antioksidan pada enam jenis tumbuhan *sterculiaceae*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*. 31(2): 103-109.
- Sahu, R. and J. Saxena. 2013. Screening of total phenolic and flavonoid content in conventional and non-conventional species of curcuma. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. 2(1): 176-179.
- Sekarsari, S., I.W.R. Widarta dan A.A.G.N.A. Jambe. 2019. Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi dengan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 8(3): 267-277.
- Srijanto, B., I. Rosidah, E. Risma, G. Syabirin, Aan dan Mahreni. 2004. Pengaruh waktu, suhu dan perbandingan bahan baku-pelarut pada ekstraksi kurkumin dari temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dengan pelarut aseton. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1989. *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Liberty, Yogyakarta.
- Suryani, L. 2012. Optimasi metode ekstraksi fenol dari rimpang jahe empirit (*Zingiber Officinale* Var. *Rubrum*). *Jurnal Agrisains*. 3(4):63-70.
- Suryani, N.C., D.G.M. Permana dan A.A.G.N.A. Jambe. 2015. Pengaruh jenis pelarut terhadap kandungan total flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak daun matoa (*Pometia pinnata*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 5(1): 1-10.
- Towaha, J. 2014. Kandungan senyawa polifenol pada biji kakao dan kontribusinya terhadap kesehatan. *Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar*. Sukabumi.
- Utami. 2009. Potensi daun alpukat (*Persea americana* Mill) sebagai sumber antioksidan alami. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(1): 58-64.
- Wahyuni, D.T. dan S.B. Widjanarko. 2015. Pengaruh jenis pelarut dan lama ekstraksi terhadap ekstrak karotenoid labu kuning dengan metode gelombang ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2): 390-401.
- Wahyuni, N. M. S., L. P. Wrsiati, dan A. Hartiati. 2020. Pengaruh perlakuan suhu dan waktu maserasi terhadap karakteristik ekstrak daun bambu duri (*Bambusa blumeana*) sebagai sumber antioksidan. *Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian Agrotechno*. 5(1):27-33.
- Wasmun, H., A. Rahim dan G.S. Hutomo. 2015. Pembuatan minuman instan fungsional dari bioaktif *pod husk* kakao. *Jurnal Agrotekbis*. 3(6): 697-706.