

## PENGARUH PENUNDAAN WAKTU PERENDAMAN DAN PELUKAAN MEKANIS TERHADAP KUALITAS LADA PUTIH MUNTOK

### *Impact Assessment of Immersion Time Delaying and Threshing on Quality of Muntok White Pepper*

Kamila<sup>a</sup>, Riwan Kusmiadi<sup>a</sup>, Sitti Nurul Aini<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung  
Jl. Kampus Terpadu UBB Balunijuk Merawang Bangka Belitung Kode Pos 33172

#### ABSTRAK

Kualitas lada putih Muntok dapat ditingkatkan melalui proses perendaman yang baik, dengan memperhatikan kegiatan-kegiatan seperti pelukaan mekanis dan penundaan waktu perendaman. Penelitian dilaksanakan di kebun percobaan Universitas Bangka Belitung dan pengujian sampel lada di UPTD Laboratorium Sertifikasi dan Pengendalian Mutu, Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kepulauan Bangka Belitung Provinsi Kepulauan Bangka Belitung. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama (A) berupa 4 taraf penundaan waktu perendaman: (A0) tidak dilakukan penundaan (kontrol), (A1) 2 hari, (A2) 4 hari dan (A3) 8 hari. Faktor kedua (B) berupa pelukaan mekanis: (B1) tanpa pelukaan mekanis, (B2) pelukaan mekanis. Penundaan waktu perendaman meningkatkan kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing dan kadar cemarkan kapang. Penundaan waktu perendaman lada 2 hari dan 4 hari adalah batas optimum yang mampu mempertahankan kualitas lada putih berdasarkan hasil uji kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing, kadar minyak atsiri, kadar piperin, kadar air dan kadar biji enteng. Interaksi antara penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis tidak mempengaruhi hasil lada putih dilihat dari kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing, kadar cemarkan kapang dan minyak atsiri untuk kualitas lada putih yang dihasilkan.

**Kata kunci:** lada putih, perendaman, penundaan, pelukaan mekanis

#### ABSTRACT

*The quality of Muntok white pepper can be improved through a good immersion process, with regard to several activities such as immersion time delaying and threshing. This research was conducted at experimental farm of Bangka Belitung University and quality testing in UPTD, Certification and Quality Control, Laboratorium, Departement of Industry and Commerce Bangka Belitung islands. This study used factorial completely randomized design with two factors. The first factor (A) was consisted of 4 levels of immersion time delaying: (A0) without delaying, (A1) 2 days, (A2) 4 days and (A3) 8 days. The second factor (B) was threshing, consist: (B1) without threshing, (B2) threshing. The results showed that immersion time delaying could increase the blackish seeds levels, foreign matter levels, and mold contamination levels. Two days and four days immersion time delaying were the optimum limit to maintain a better quality of pepper in term of blackish seed levels, foreign matter levels, volatile oil levels, piperine levels, water content and light seed content. The interaction effect of threshing and immersion time delaying had no effect on the blackish seeds levels, foreign matter levels, mold contamination levels and essential oils levels.*

**Keywords:** white pepper, immersion, delaying, threshing

## **PENDAHULUAN**

Lada putih merupakan komoditas pertanian ekspor Indonesia dalam jumlah ekspor yang tinggi dengan cita rasa pedas dan aroma yang khas. Menurut Kementerian Pertanian (2012) produksi lada Indonesia 80-90% dijadikan komoditas ekspor, sisanya dikonsumsi dalam negeri. Ekspor lada yang tinggi didukung dengan jumlah areal lahan lada Indonesia yang luas, salah satunya Bangka Belitung. Luas areal pertanaman lada Indonesia mencapai 163.316 ha, dari luasan tersebut, 42.907 ha (>35%) terdapat di Provinsi Kepulauan Bangka Belitung (BPS 2015). Luas pertanaman lada mendukung tingginya jumlah produksi lada ekspor dan didukung dengan mutu yang baik menurut SNI (Standar Mutu Indonesia).

Produsen lada di Bangka Belitung (Babel) menghasilkan nilai produksi yang sangat tinggi. Babel menempati urutan pertama sebagai daerah produsen lada di Indonesia dengan kontribusi sebesar 32,85% pertahun dan total produksi sebesar 31,408 ton pada tahun 2015 (BPS 2018). Peningkatan ekspor lada harus didukung dengan perbaikan pengelolaan pascapanen. Menurut Kementerian Pertanian (2012) peningkatan mutu lada harus sesuai dengan pedoman produksi lada dan penanganan pascapanen yang baik dan benar. Penanganan pascapanen yang baik dapat meningkatkan kualitas mutu lada pada saat perendaman. Perendaman biji lada terdiri dari lama perendaman dan penundaan perendaman.

Perendaman ditingkat petani masih menggunakan cara tradisional dan membutuhkan waktu yang lama yaitu 10-14 hari. Penelitian untuk untuk mempercepat waktu perendaman telah banyak dilakukan, namun penelitian terkait penundaan waktu perendaman masih sangat jarang. Petani di Desa Payabenua menyatakan penundaan perendaman dapat menghitamkan warna biji lada dan membuat kulit biji menjadi keras (Komunikasi Pribadi 2018). Penundaan perendaman yang terjadi di petani disebabkan oleh beberapa hal, diantaranya jumlah panen yang belum mencukupi dan kelebihan hasil sehingga petani biasanya memanen seluruhnya panen baru melakukan perendaman. Penundaan waktu perendaman ditingkat petani pada umumnya berkisar 2-8 hari. Semakin lama dilakukan penundaan waktu perendaman, lada yang dihasilkan dapat menurunkan kualitas lada terutama pada warna.

Pelukaan mekanis mempercepat pengupasan dan meningkatkan mutu lada. Perlukaan mekanis kulit buah lada menghasilkan lada putih lebih bersih, kadar kehitam-hitaman menurun dan mampu mempercepat proses pengupasan kulit buah lada selama 5 hari (Julian 2017). Hal ini dipertegas Risfaheri (2013) rendahnya kadar warna kehitam-hitaman maka aktivitas enzim polifenol oksidase berjalan dengan baik pada proses pengupasan. Perlukaan mekanis memperkecil kemungkinan menghasilkan lada kehitaman pada proses perendaman. Menurut Sunarlim *et al.* (2012) adanya pelukaan pada kulit biji, pertukaran gas dan air dapat berjalan

dengan baik. Kondisi suhu dan kelembaban yang sesuai mempercepat proses pembusukan pada proses fermentasi.

Penundaan perendaman juga berkaitan erat dengan sifat bahan akibat penyimpanan yang lama dan mempengaruhi penuaan dan pembusukan. Menurut Rapi (2018), Usmiati dan Nurdjannah (2006b) proses pembusukan kulit luar buah lada akibat sekresi mikroorganisme pembusukan di air sehingga kulit dalam (*endocarp*) mudah terkelupas dari bijinya dalam mendegradasi dinding sel tanaman (lada). Aktifitas mikroorganisme pembusuk pada kulit biji akibat tempat penyimpanan juga mempengaruhi kualitas lada. Menurut Rohayu (2016) semakin tinggi kadar air lada maka memicu berkembangnya mikroorganisme (jamur).

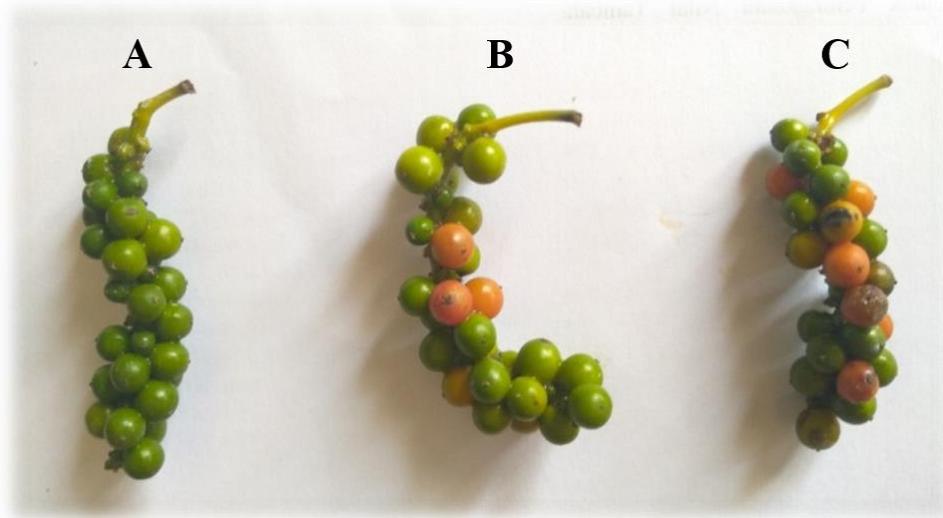
Penggunaan enzim proteolitik dapat mempersingkat waktu perendaman lada dan menghasilkan biji lada yang berwarna putih. Menurut Usmiati dan Nurdjannah (2006a) pencoklatan disebabkan biji lada mengandung senyawa tanin yang mudah larut dalam air jika terjadi kontak langsung dengan udara. Menurut penelitian Rapi (2018) penambahan daun pepaya dengan perendaman 5 hari memberikan lada berwarna putih yang sama dengan perendaman 14 hari (kontrol). Enzim papain pada daun pepaya yang dapat memecahkan molekul protein pada kulit biji lada (Rahmadani 2012). Penundaan perendaman diduga dapat mempengaruhi warna dan tekstur kulit lada akibat disimpan didalam wadah (karung) dengan rentang waktu tertentu.

Berdasarkan uraian diatas maka dilakukan penelitian ini untuk melihat penundaan waktu perendaman yang tepat dan hari terbaik dari tahap pemetikan lada menjelang perendaman sehingga dapat meningkatkan mutu lada menurut SNI. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penundaan waktu perendaman terhadap kualitas lada putih dan mengetahui berapa lama penundaan waktu perendaman yang mampu mempertahankan kualitas lada putih dan mengetahui apakah kualitas lada putih dipengaruhi oleh pelukaan mekanis serta mendapatkan interaksi antara penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis terhadap kualitas lada.

## **Bahan dan Metode**

Bahan yang digunakan adalah lada varietas Nyelungkup, daun pepaya, air dan bahan laboratorium (larutan etanol 70%) dan aquadest. Buah lada yang digunakan yaitu buah lada yang telah matang optimum. Kriteria buah lada matang optimum menurut Rohayu (2015) yaitu apabila terdapat dua buah lada merah dalam satu tangkai buah lada, seperti pada gambar 1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ember plastik dengan kapasitas 18 liter, karung, balok kayu, tudung saji, alat tulis, timbangan, penggiling mekanis dan alat laboratorium

(spektrofotometer, heating mantle, labu destilasi, timbangan analitik, kaca arloji, gelas ukur, gelas piala, pinset, kertas saringan, Aluminium foil, dan erlenmeyer).



Gambar 1. Kriteria matang buah lada putih, A) belum matang, B) matang optimum, C) terlewat matang.

Percobaan dalam penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan dua faktor perlakuan yakni penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis. Faktor pertama penundaan waktu perendaman (A) dengan 4 taraf perlakuan yaitu A0 (tidak dilakukan penundaan waktu perendaman (kontrol), A1 (penundaan perendaman lada selama 2 hari), A2 (penundaan perendaman lada selama 4 hari), A3 (penundaan perendaman lada selama 8 hari). Sedangkan faktor kedua adalah pelukaan mekanis (B) dengan 2 taraf perlakuan, yang terdiri atas B1 (tanpa pelukaan mekanis) dan B2 (pelukaan mekanis). Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan yaitu dari bulan Desember 2018 – Januari 2019. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Universitas Bangka Belitung dan pengujian sampel lada dilakukan di UPTD Laboratorium Sertifikasi dan Pengendalian Mutu, Dinas Perindustrian dan Perdagangan Kepulauan Bangka Belitung Provinsi Kepulauan Bangka Belitung.

Persiapan bahan lada menggunakan Varietas Nyelungkup yang diperoleh dari PT. Soll Marina, Desa Namang, Bangka Tengah. Buah lada dimasukkan ke dalam karung dengan berat masing-masing 2 kg. Lada didalam karung dilakukan penundaan sebelum dilakukan perendaman sesuai dengan masing-masing perlakuan. Perlakuan B1 buah lada tidak dilakukan pelukaan mekanis, sedangkan perlakuan B2 buah lada diberi pelukaan mekanis dengan cara digiling dengan balok kayu sebelum direndam agar buah lada terlepas dari tangkainya. Buah lada dilukai menggunakan balok kayu sehingga kulit biji rusak dan biji terlepas dari kulit dan

tangkainya dan buah sedikit berair (Julian 2017). Setelah dilukai lada dicelupkan ke dalam air selama 3 menit untuk mengurai pencoklatan (Rapi 2018).

Setelah dilakukan dicelupkan kedalam air selama 5 menit buah lada dimasukkan kedalam karung dan ditambahkan daun pepaya sebanyak 90 g dipotong-potong kecil dengan ukuran 5-10 cm dimasukkan ke dalam karung dan diikat dengan menggunakan tali plastik. Daun pepaya yang digunakan tidak terlalu tua dan terlalu muda (Mutiar 2017).

Perendaman biji lada selama 5 hari, perendaman lada meliputi persiapan ember ukuran 18 liter dengan lada yang telah dipetik matang optimum. Air sebanyak 17 liter dimasukkan ke dalam ember hingga hampir penuh (Putri 2018). Waktu tunggu perendaman dari pemetikan yaitu tidak ditunda (kontrol), 2 hari, 4 hari dan 8 hari. Buah lada 2 kg dimasukkan ke dalam wareng dan diikat. Setiap per unit percobaan dimasukkan ke dalam ember yang berukuran 18 liter. Buah lada direndam dalam keadaan tertutup atau kondisi anaerob. Pergantian air tidak dilakukan dan tetap dalam keadaan tertutup. Pengayakan lada dilakukan dengan menggosok buah lada ditudung saji berbentuk bulat secara manual. Proses pengayakan kulit buah lada ini sekaligus pemisahan tangkai buah dan kotorannya.

Pengeringan biji lada dilakukan dengan memanfaatkan sinar matahari secara langsung selama 3-7 hari (BPTP 2016). Pengeringan menggunakan karung sebagai wadahnya. Jika terjadi hujan, biji lada di *oven* selama 4-4,5 jam dengan suhu 40-65°C (Usmiati dan Nurdjannah 2006b).

Analisis mutu lada dilakukan di laboratorium Pengujian Balai Sertifikasi dan Pengendalian Mutu, Dinas Perindustrian dan Perdagangan Povinsi Bangka Belitung. Pengujian ini mengacu pada Badan Standarisasi Nasional yaitu SNI 0004 : 2013. Data dianalisis sidik ragam dengan tingkat kepercayaan 95% menggunakan DSAATAT dan apabila terdapat beda nyata, dilanjutkan dengan uji pasang berganda Duncan.

## **Peubah yang Diamati**

### **Kadar Benda Asing**

Kadar benda asing pada lada putih dilakukan melalui prosedur pengujian berdasarkan SNI 0004: 2013. Contoh uji ditimbang sebanyak 150 g, kemudian dilakukan pemisahan secara visual yang dinyatakan dengan benda asing seperti (batu, tangkai, kulit dan bahan lainnya). Setelah itu benda asing dimasukkan ke dalam kaca arloji yang telah diketahui bobotnya kemudian ditimbang. Penimbangan menunjukkan jumlah benda asing dalam contoh uji. Persentase kadar benda asing dapat dihitung dengan rumus :

$$KBA = (M1-M2) \times \frac{100}{M0}$$

Keterangan: KBA= Kadar Benda Asing (%); M2 = Bobot kaca arloji dan Benda Asing (g); M1 = Bobot kaca arloji kosong (g); M0 = Bobot contoh (g)

### **Kadar Cemaran Kapang**

Prosedur pengujian kadar cemaran kapang berdasarkan standar SNI 0004 : 2013. Pengujian kadar cemaran kapang dilakukan secara visual dengan melihat lada yang terkontaminasi dengan kapang. Salah satu ciri biji lada yang terkena kapang yaitu adanya bercak-bercak putih yang menempel pada biji lada. Contoh uji ditimbang sebanyak 150 gram, kemudian ditimbang kadar cemaran kapang dapat dihitung dengan rumus :

$$KCK = \frac{M1}{M0} \times 100 \%$$

Ket. : KCK = Kadar cemaran kapang (%); M1=Bobot lada yang berkapang (g); M0 = Bobot contoh uji (g)

### **Lada Putih Berwarna Kehitam - Hitam (%)**

Prosedur pengujian kadar lada putih kehitam-hitaman berdasarkan SNI 0004 : 2013. Pengujian dilakukan secara visual dengan melihat dan melakukan pemisahan pada lada dengan warna putih kehitam-hitaman. Contoh uji ditimbang sebanyak 150 gram, dilakukan pemisahan lada putih berwarna kehitam-hitaman kemudian ditimbang. Kadar lada putih berwarna kehitam-hitaman dihitung dengan rumus :

$$KLBK = \frac{M1}{M0} \times 100 \%$$

Keterangan : KLBK = Kadar lada putih berwarna kehitam-hitaman (%); M1 = Bobot lada putih yang berwarna kehitam-hitaman (g); M0 = Bobot contoh uji (g)

### **Kadar Biji Enteng (%)**

Kadar biji enteng dilakukan prosedur pengujian berdasarkan standar SNI 0004 : 2013. Pengujian dilakukan dengan menimbang 50 g contoh uji ke dalam gelas piala yang berisi larutan etanol 70% dan diaduk dengan sendok dibiarkan selama 2 menit hingga tidak ada lagi biji yang mengapung. Biji lada enteng dikeringkan dibiarkan diatas *tissue* hingga kering selama 1 jam kemudian ditimbang. Hasil kadar biji enteng dari timbangan dimasukkan ke dalam rumus :

$$KBE = \frac{M1}{M0} \times 100 \%$$

Keterangan : KBE = Kadar biji enteng (%); M1 = Bobot lada enteng (g); M0 = Bobot contoh uji (g)

### **Kadar Air (%)**

Biji lada ditimbang seberat 40 g menggunakan timbangan analitik, hasil timbangan dimasukkan kedalam *aluminium foil*. Lada yang telah dibungkus dengan *aluminium foil*

dimasukkan kedalam *oven* selama 24 jam dengan suhu 105°C (Putri 2018). Dinginkan sampai suhu turun ± 30 menit. Sampel yang telah di *oven*, ditimbang kembali menggunakan timbangan analitik hingga diperoleh berat yang konstan. Persentase kadar air penyimpanan pada biji dapat dihitung dengan rumus :

$$KA = \frac{M1-M2}{M1} \times 100\%$$

Keterangan : KA = Kadar air (%); M1 = Bobot awal contoh uji (g); M2 = Bobot akhir contoh uji (g)

### **Kadar Minyak Atsiri (%)**

Kadar minyak atsiri dilakukan prosedur pengujian berdasarkan SNI 0004 : 2013. Pengujian dilakukan dengan cara menimbang lada sebanyak 170 gram (lada kasar) ke dalam gelas piala dan dihaluskan. Lada putih yang dihaluskan diambil sebanyak 36 gram dan dimasukkan ke dalam tabung destilasi. Contoh uji ditambahkan *aquadest* sampai lada terendam dan diaduk. Tabung destilasi dipanaskan sampai mendidih selama 4 jam. Proses destilasi dihentikan bila tidak ada lagi butir-butir minyak atsiri yang menetes bersama air atau volume minyak atsiri tidak bertambah. Perhitungan hasil dari volume minyak atsiri yang tertampung tersebut dimasukkan dalam rumus :

$$KM = \frac{V}{M1} \times 100\%$$

Keterangan : KM = Kadar minyak (%); V = Volum minyak yang dibaca (mL); M1 = Bobot contoh uji (g)

### **Kadar Piperin (%)**

Prosedur yang di gunakan yaitu alat-alat di bungkus menggunakan *aluminium foil*, timbang contoh seberat 0,5 g dalam labu didih yang di tambahkan etanol 50 mL. Alat di pasang sedemikian rupa dan dipanaskan selama 3 jam serta di dinginkan. Labu takar di saring ke dalam 100 mL. Volume larutan di tepatkan ke dalam labu takar sampai tanda garis dengan etanol (larutan A).

Pipet 5 mL larutan A, di pindahkan ke dalam labu takar 50 mL dan di encerkan sampai tanda garis dengan etanol (larutan B). Pipet 5 mL larutan B, di pindahkan ke dalam labu takar 25 mL dan di encerkan sampai tanda garis dengan etanol (larutan C). Larutan C di ukur absorban dalam *spektrofotometer* pada panjang gelombang 343 nm dengan menggunakan etanol sebagai blanko.

Perhitungan yang di gunakan pada kadar piperin dinyatakan persentase bobot berdasarkan bobot kering sebagai berikut:

$$\frac{A}{A1 \text{ cm } 1\%} \times \frac{50}{5} \times \frac{25}{5} \times \frac{100}{M} \times \frac{100}{100 - KA}$$

Keterangan:  $M$  = Bobot contoh uji (g);  $KA$  = Kadar air dari contoh uji (mL);  $A$  = Absorban larutan contoh  
 $A1 \text{ cm } 1\%$  = Absorban 343 nm dari 1 % larutan piperin dan cell 1 cm yaitu 1238

## HASIL

Sidik ragam menunjukkan bahwa penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis berpengaruh sangat nyata terhadap peubah kadar biji kehitam-hitaman, berpengaruh nyata terhadap peubah kadar benda asing dan kadar cemaran kapang dan berpengaruh tidak nyata terhadap kadar minyak atsiri. Pelukaan mekanis dan interaksi antara Penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis berpengaruh tidak nyata terhadap peubah kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing, kadar cemaran kapang dan kadar minyak atsiri (Tabel 1). Hasil analisis sidik ragam dilihat pada Tabel 1.

Hasil uji lanjut DMRT perlakuan penundaan waktu perendaman terhadap kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing dan kadar cemaran kapang lada putih menunjukkan berbeda nyata pada kualitas mutu lada. Hasil pengujian menunjukkan semakin singkat penundaan waktu perendaman maka persentase kadar biji kehitam-hitaman cenderung semakin rendah. Penundaan 4 hari (A2) merupakan kadar biji kehitam-hitaman terendah yaitu 0,44%. Hasil pengujian menunjukkan semakin singkat penundaan waktu perendaman maka persentase kadar benda asing cenderung semakin rendah. Persentase kadar benda asing terendah yaitu perlakuan penundaan 2 hari (A1) yaitu 1,19%. Hasil pengujian menunjukkan semakin lama penundaan waktu perendaman maka persentase kadar cemaran kapang semakin tinggi. Penundaan 8 hari (A3) merupakan kadar cemaran kapang tertinggi yaitu 0,33%. Uji lanjut DMRT perlakuan penundaan lama perendaman terdapat pada Tabel 2.

Perlakuan penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis menunjukkan tidak berpengaruh nyata terhadap peubah kadar minyak atsiri. Persentase kadar minyak atsiri tertinggi pada perlakuan A0B1 (tanpa ditunda dan tanpa pelukaan mekanis) yaitu 2,62%. Kadar minyak atsiri terendah pada A0B2 (tanpa ditunda dengan pelukaan mekanis) yaitu 2,09%. Kadar minyak atsiri terdapat pada Gambar 2a.

Peubah kadar piperin, kadar air dan kadar biji enteng tidak dilakukan analisis sidik ragam dan disajikan dalam bentuk histogram. Hasil penelitian pengaruh penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis kandungan piperin menunjukkan semakin lama dilakukan penundaan waktu perendaman kadar piperin cenderung meningkat. Data histogram (Gambar 2b) menunjukkan kadar piperin tertinggi yaitu 6,60% ada perlakuan A3B1 (penundaan 8 hari tanpa perlukaan). Persentase kadar piperin terendah pada penundaan A0B1 (tanpa ditunda dan tanpa

pelukaan mekanis) yaitu 4,33%. Namun pada setiap perlakuan memiliki nilai kadar piperin masuk dalam standar mutu Internasional ASTA yaitu 4%.

Tabel 1. Sidik ragam pengaruh penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis terhadap kualitas mutu lada putih

Peubah	Penundaan Waktu Perendaman (hari)		Pelukaan Mekanis		Interaksi		KK (%)
	F hit	Pr>f	F hit	Pr>f	F hit	Pr>f	
Kadar biji kehitam-hitaman	11,20 **	0,00	0,96 <sup>tn</sup>	0,34	0,98 <sup>tn</sup>	0,43	29,56 <sup>T1</sup>
Kadar benda asing	5,09*	0,01	0,06 <sup>tn</sup>	0,80	0,29 <sup>tn</sup>	0,82	15,08 <sup>T2</sup>
Kadar cemaran kapang	4,13*	0,03	0,02 <sup>tn</sup>	0,79	0,07 <sup>tn</sup>	0,97	7,46 <sup>T1</sup>
Kadar minyak atsiri	0,66 <sup>tn</sup>	0,58	1,69 <sup>tn</sup>	0,21	1,60 <sup>tn</sup>	0,22	11,75

Keterangan: \*\* : berpengaruh sangat nyata; \* : berpengaruh nyata; tn : berpengaruh tidak nyata; KK : koefisien keragaman; T1 : Transformasi LG (x+2); T2 : Transformasi SQRT (x+1)

Tabel 2. Hasil uji lanjut DMRT penundaan waktu perendaman terhadap kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing dan kadar cemaran kapang kualitas mutu lada

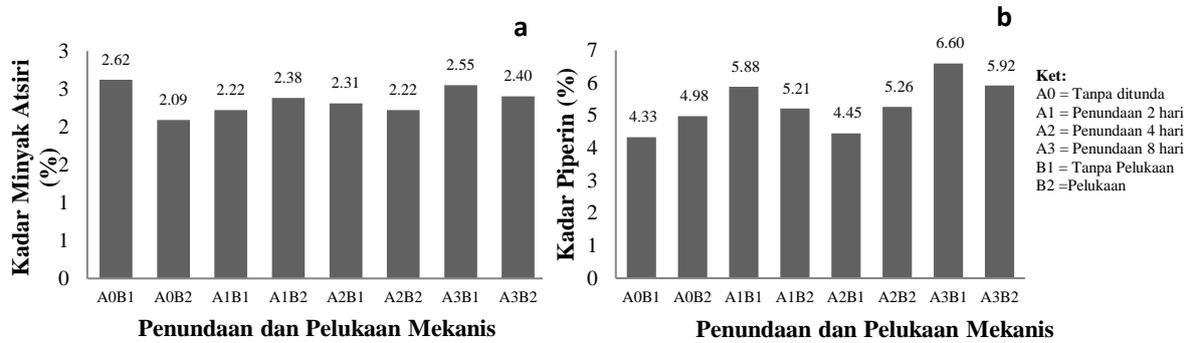
Penundaan Waktu Perendaman	Kadar biji kehitam-hitaman (%)	Kadar Benda Asing (%)	Kadar Cemaran Kapang (%)
A0 (Tanpa ditunda)	1,03a	1,58a	0,3b
A1 (2 Hari)	0,49b	1,19b	0,3b
A2 (4 Hari)	0,44b	1,23b	0,3b
A3 (8 Hari)	0,88a	1,49ab	0,33a
SNI mutu I	1,0	1,0	1,0
SNI mutu II	2,0	2,0	1,0
ASTA	1,0	0,5	1,0

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan's Multiple Range Test (DMRT) pada taraf kepercayaan 95%.

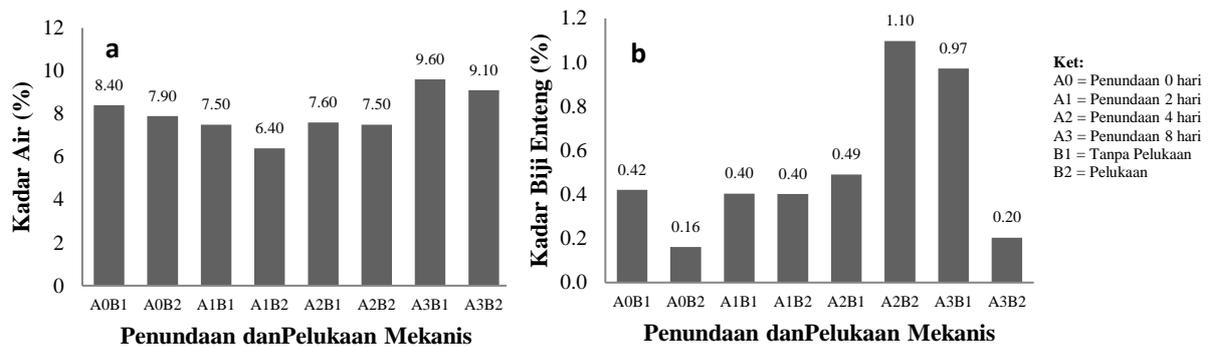
Kadar air berkaitan dengan pengeringan atau penjemuran lada dan intensitas cahaya matahari. Kadar air berpengaruh pada tingkat penjemuran lada dilapangan (Julian 2017). Persentase kadar air cenderung meningkat semakin lama dilakukan penundaan waktu perendaman. Data histogram (Gambar 3a) menunjukkan kadar air tertinggi yaitu 9,60% pada perlakuan A3B1 (penundaan 8 hari tanpa pelukaan mekanis). Persentase kadar air terendah yaitu 6,40% terdapat pada perlakuan A1B2 (penundaan 2 hari pelukaan mekanis). Nilai kadar air pada setiap perlakuan dibawah 13% masuk ke dalam kategori SNI mutu I.

Perlakuan penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis menghasilkan persentase biji enteng rendah sampai penundaan 2 hari tanpa pelukaan mekanis dan meningkat sampai penundaan 8 hari. Data histogram (Gambar 3b) menunjukkan kadar biji enteng tertinggi yaitu 1,10% pada perlakuan A2B2 (penundaan 4 hari pelukaan mekanis). Sedangkan kadar biji

enteng terendah yaitu 0,16% terdapat pada perlakuan A0B2 (penundaan tanpa ditunda dengan pelukaan mekanis). Nilai kadar biji enteng setiap perlakuan dibawah 1% atau masuk kedalam mutu I, kecuali perlakuan penundaan 4 hari pelukaan mekanis.



Gambar 2. Peubah rata-rata kadar minyak atsiri (a) dan piperin (b) pada penundaan waktu perendaman (hari) dengan tanpa pelukaan mekanis dan pelukaan mekanis. (SNI kadar piperin mutu I dan II sesuai hasil pengujian dan ASTA 4%).



Gambar 3. Peubah rata-rata kadar air (a) dan kadar biji enteng (b) pada penundaan waktu perendaman (hari) dengan tanpa pelukaan mekanis dan pelukaan mekanis. SNI kadar air mutu I maks 13,00% dan mutu II maks 14%. SNI kadar biji enteng mutu I maks 1,0% dan mutu II 2,0%).

## PEMBAHASAN

Lada kehitam-hitaman merupakan salah satu penentu kualitas mutu lada putih. Lada kehitam-hitaman yaitu lada putih yang berwarna lebih gelap dari lada putih keabu-abuan dan putih kecoklat-coklatan yang dilihat dari mata langsung (Purwanto 2011). Semakin tinggi kadar lada kehitam-hitaman semakin menurunkan kualitas lada putih. Sidik ragam kadar biji kehitam-hitaman perlakuan penundaan waktu perendaman berpengaruh sangat nyata pada peubah kadar kehitam-hitaman (Tabel 1). Hasil uji lanjut DMRT pada kadar biji kehitam-hitaman (Tabel 2) menunjukkan semakin lama penundaan waktu perendaman maka persentase kadar biji kehitam-hitaman semakin tinggi. Hal ini diduga pada proses penundaan waktu perendaman

memudahkan pelunakan pada kulit buah lada sehingga kulit mudah terkelupas dan kondisi penyimpanan masih ada oksigen yang masuk di dalam karung yang menyebabkan pencoklatan. Lada mengandung senyawa tanin, jika terjadi kontak langsung dengan udara maka lada berubah menjadi kecoklatan sampai kehitaman. Selama penundaan perendaman terjadi respirasi aerob yang menyebabkan pencoklatan pada biji akibat kontak langsung dengan udara, karena senyawa tanin yang umumnya memberikan warna coklat (*browning*). Menurut Usmiati dan Nurdjannah (2006b) pencoklatan disebabkan biji lada mengandung senyawa tanin yang mudah larut dalam air jika terjadi kontak langsung dengan udara. Menurut Mphahlele *et al.* (2016) peningkatan kadar total tanin dan total fenolik dipengaruhi oleh eksposur terhadap oksigen, Coda *et al.* (2015) fermentasi perendaman belum sempurna.

Taraf terbaik perlakuan penundaan perendaman adalah 4 hari (A2) dan memberikan kadar biji kehitam-hitaman persentase terendah yaitu 0,44%. Hasil tersebut masuk kategori mutu I (maks 1,0%) berdasarkan SNI 0004:2013. Hal ini diduga pada penundaan 4 hari kondisi kulit lada sudah lunak atau berair. Menurut Kusumiyati *et al.* (2018) selama penyimpanan, buah semakin lunak akibat perombakan senyawa dinding sel dari protopektin tidak larut menjadi pektin larut. Pelunakan buah berpengaruh pada kandungan pektin pada buah. Menurut Marsudi dan Herawati (2018) semakin tinggi kandungan pektin pada buah maka semakin tinggi tingkat kekerasan buah tersebut. Menurut Tessmer *et al.* (2016) pelunakan terjadi akibat hilangnya struktur parenkim secara bertahap dan proses membran sel. Rendahnya kadar kehitaman juga dipengaruhi aktifitas enzim pada saat perendaman lada yang telah sempurna. Menurut Putri (2018) selama perendaman terjadi proses pembusukan jaringan kulit buah lada oleh mikroba menghasilkan pektinase yang dapat mendegradasi dinding sel tanaman.

Sidik ragam menunjukkan perlakuan penundaan waktu perendaman berpengaruh nyata terhadap peubah kadar benda asing (Tabel 1). Kadar benda asing merupakan selain biji lada (tangkai, buah, kulit, pasir batu-batu, tanah atau biji selain lada putih (Purwanto 2011). Hasil uji lanjut DMRT pada peubah kadar benda asing (Tabel 2) menunjukkan perlakuan penundaan perendaman 2 hari (A1) memiliki kadar benda asing terendah (1,19%). Hal ini diduga penundaan perendaman 2 hari merupakan waktu optimum untuk kadar benda asing, jika dilakukan melebihi batas waktu (2 hari) maka kadar benda asing semakin meningkat. Hasil tersebut masuk ke dalam standar mutu II pada SNI 0004:2013 dengan nilai maksimal 2%. Berbeda dengan perlakuan penundaan waktu perendaman 0; 2 dan 8 hari dengan hasil 1,23 - 1,58% atau masuk ke SNI mutu II dengan nilai maksimal 2%. Semakin tinggi kadar benda asing maka kadar kehitam-hitaman semakin meningkat. Menurut Putri (2018) persentase kadar biji lada kehitam-hitaman yang tinggi menyebabkan meningkatnya persentase kadar benda asing.

Sama halnya dengan hasil penelitian yang diperoleh Mutiar (2017) lama perendaman yang singkat menyebabkan enzim belum bekerja maksimal, sehingga diperoleh kadar benda asing yang tinggi. Proses pengelupasan kulit buah belum sempurna saat dilakukan penundaan perendaman menyebabkan masih ada kulit yang menempel pada buah. Menurut Rapi (2018) kerusakan kulit lada yang belum sempurna saat pelukaan mekanis akan menyisakan kulit, pulps yang menghasilkan kadar benda asing lebih tinggi akibat kerja mikroorganisme pengurai belum sempurna dalam merombak kulit lada. Kulit biji lada yang belum terkelupas sempurna tidak terbawa oleh air pada proses pencucian sehingga kulit biji dan tangkai masih tersisa.

Selain proses pengelupasan belum sempurna, kadar benda asing yang tinggi juga dipengaruhi oleh kegiatan pascapanen pada proses pencucian hingga penjemuran. Menurut Rohayu (2016) adanya kulit lada kering, tangkai lada dan pasir halus menyebabkan meningkatnya kadar benda asing. Penghamparan di lantai ditempat rendah pada proses penjemuran memicu masuknya pasir pada lada. Menurut Purwanto (2011) penanganan pascapanen yang baik dengan kondisi yang higienis dapat menurunkan kadar benda asing, seperti menghindari penjemuran di pinggir jalan.

Hasil sidik ragam menunjukkan perlakuan penundaan waktu perendaman berbeda nyata terhadap kadar cemaran kapang (Tabel 1). Persentase biji yang tercemar kapang banyak terdapat pada perlakuan penundaan perendaman 8 hari (A3) (Tabel 2). Hal ini diduga semakin lama waktu penundaan perendaman mendukung tumbuhnya jamur pada saat penyimpanan. Selain itu kadar benda asing mempengaruhi cemaran kapang. Benda asing yang tinggi dapat menjadi sumber inokulum jamur yang dapat mencemari biji lada sehingga berpotensi tumbuhnya kapang akibat kulit lada yang bersifat lembab. Menurut Supriadi (2018) kondisi lingkungan pada penyimpanan yang kurang baik (lembab dan panas) atau tercampur dengan produk yang sudah membawa infeksi patogen, maka patogen (kapang) akan mudah berkembang dan menyebar ke produk lainnya. Menurut Ahmad (2009) kapang tumbuh dengan kondisi kadar air yang relatif tinggi, yaitu 22-25%. Menurut Purwanto (2011) kadar kapang merupakan kadar tumbuhnya jamur pada lada putih yang dapat dilihat dengan kasat mata. Hal ini juga dipertegas pernyataan Usmiati dan Nurdjannah (2006b) jenis kapang *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* dan *Saccharomyces* sp merupakan jenis kapang yang sering dijumpai pada lada petani. Hasil rerata kadar cemaran kapang pada perlakuan penundaan perendaman 8 hari (A3) berkisar 0,04% - 0,05%, hasil tersebut masuk kedalam standar SNI dan ASTA mutu I.

Kadar pengujian rerata kadar minyak atsiri pada (Gambar 2a) menunjukkan perlakuan penundaan perendaman dan pelukaan mekanis tidak berpengaruh pada jumlah kadar minyak

atsiri. Hal ini dikarenakan tinggi rendahnya kadar minyak atsiri dipengaruhi oleh lama perendaman. Menurut Mutiar (2017) rendahnya kadar minyak atsiri dipengaruhi oleh proses enzimatik dan semakin lama perendaman dengan enzimatik maka proses kehilangan minyak atsiri semakin tinggi. Menurut Putri (2018) semakin lama waktu perendaman maka kandungan minyak atsiri pada lada semakin rendah. Kadar minyak atsiri pada Gambar 2a menunjukkan perlakuan penundaan waktu perendaman tanpa ditunda (A3) memberikan hasil tertinggi dibandingkan perlakuan penundaan waktu perendaman lainnya. Hal tersebut diduga pada kulit pada biji lada masih menempel, sehingga berpengaruh pada kadar minyak atsiri. Menurut Suwanto (2013) nilai kadar minyak atsiri salah satunya dipengaruhi oleh kandungan minyak atsiri pada kulit buah lada, sehingga semakin banyak kulit lada yang tidak terkelupas sempurna (lada kehitaman) maka kadar minyak atsiri semakin tinggi. Menurut Hikmawati *et al.* (2016) hasil ekstraksi kadar piperin pada lada hitam lebih tinggi dibandingkan lada putih. Adapun menurut ASTA kadar minyak atsiri 1,5%, sedangkan hasil pengujian berkisar 2,26 – 2,48%. Hasil tersebut masuk kedalam standar ASTA mutu 1.

Perlakuan penundaan perendaman memberikan hasil persentase kadar piperin (Gambar 2b) memenuhi standar mutu ASTA dan ISO yaitu minimal 4%. Menurut Purwanto (2011) standar mutu kadar piperin untuk ASTA dan ISO minimal 4%. Penundaan waktu perendaman tidak berpengaruh terhadap tingginya kadar piperin, namun penundaan perendaman 8 hari (Gambar 2b) cenderung memberikan hasil lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Menurut Risfaheri (2012) kadar piperin akan semakin meningkat menjelang matang optimum dan menurun sampai matang penuh. Tinggi rendahnya kadar piperin dipengaruhi oleh lama waktu perendaman. Menurut Rohayu (2016) jumlah kadar minyak atsiri yang tinggi maka kadar piperin juga tinggi. Kandungan piperin sama halnya dengan kandungan minyak atsiri, sangat dipengaruhi oleh varietas atau genotipe (Bermawie *et al.* 2013), komposisi kimia tanah musim (Michelle 2009), umur tanaman (Aragaw *et al.* 2011). Komponen mutu utama untuk lada yaitu kadar minyak atsiri dan piperin untuk obat-obatan dan penambah aroma dan rasa dalam makanan dan minuman.

Kadar air merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan pascapanen lada terutama proses pengeringan. Kadar air menentukan kadar piperin dan kadar minyak atsiri dalam mutu lada putih (SNI 2013). Perlakuan penundaan perendaman 8 hari (A3) memberikan hasil kadar air tertinggi dibandingkan perlakuan lainnya (Gambar 2b) yaitu 9,60%. Rataan tersebut tergolong rendah atau masuk ke mutu I. Menurut SNI (2013) mutu I kadar air pada lada yaitu maksimal 12%. Hasil tersebut berkaitan dengan kegiatan pascapanen pengeringan. Menurut Rohayu (2016) semakin tinggi kadar air, maka daya simpan semakin rendah, begitupun

sebaliknya kadar air yang rendah mendukung daya simpan yang lama. Menurut Julian (2017) semakin lama penjemuran maka kadar air menjadi semakin menurun, kadar air <14% kecil kemungkinan terserang kapang.

Kadar biji enteng berdasarkan Gambar 3a menunjukkan penundaan tanpa ditunda dan pelukaan mekanis (A0B2) memberikan persentase hasil terendah dibandingkan perlakuan lainnya. Persentase biji enteng tertinggi pada penundaan 4 hari (A2) dan 8 hari (A3). Kadar biji enteng semakin meningkat seiring dengan semakin lama dilakukan penundaan waktu perendaman. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya kandungan oksigen didalam wadah penyimpanan yang mampu mempercepat proses respirasi sehingga biji lada semakin cepat rusak. Menurut Taghfir (2017) respirasi memerlukan oksigen ( $O_2$ ) dan menghasilkan karbondioksida ( $CO_2$ ) dan energi sehingga respirasi meningkat selama penyimpanan. Menurut Xu *et al.* (2015)  $O_2$  yang rendah dan peningkatan  $CO_2$  dalam masing-masing komoditas memiliki kisaran toleransi tertentu dalam mengurangi laju respirasi dan metabolisme seluler. Menurut hasil penelitian Kandasamy *et al.* (2015) laju respirasi semakin cepat dengan kondisi suhu yang tinggi selama penyimpanan yaitu  $30^\circ C$ . Hasil lada biji enteng masuk kedalam kriteria mutu I SNI yaitu maksimal 1,0%, kecuali perlakuan penundaan 4 hari pelukaan mekanis dengan kadar biji enteng yang tinggi yaitu 1,10% atau masuk kedalam SNI mutu II. Menurut Purwanto (2011) yakni semakin bernas biji lada maka kadar biji enteng akan semakin sedikit. Biji yang tidak bernas akan mempengaruhi kerja etanol sebagai pelarut. Menurut Nugraha *et al.* (2017) etanol merupakan pelarut yang bersifat polar dengan massa jenis yang rendah sehingga bisa menarik senyawa fenol, flavonoid, tanin dan saponin. Menurut Nirwanto *et al.* (2017) etanol akan membasahi sampel kering sehingga sel-sel akan mengembang dan pelarut akan lebih mudah berpenetrasi untuk mengikat senyawa alkaloid.

## **KESIMPULAN**

1. Penundaan waktu perendaman dapat meningkatkan kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing dan kadar cemaran kapang.
2. Penundaan waktu perendaman lada 2 hari dan 4 hari mampu mempertahankan kualitas lada putih yang dilihat dari kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing, kadar minyak atsiri, kadar piperin, kadar air dan kadar biji enteng.
3. Pelukaan mekanis tidak mempengaruhi hasil lada putih dilihat dari kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing, kadar cemaran kapang dan minyak atsiri untuk kualitas lada putih yang dihasilkan.

4. Interaksi antara penundaan waktu perendaman dan pelukaan mekanis tidak mempengaruhi hasil lada putih dilihat dari kadar biji kehitam-hitaman, kadar benda asing, kadar cemaran kapang dan kadar minyak atsiri.

## DAFTAR PUSTAKA

- [BPS] Balai Pusat Statistik Kepulauan Bangka Belitung. 2018. Produksi Lada Menurut Kabupaten/Kota, 2001-2015 (Ton). <http://www.bps.go.id>. [09 September 2018].
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2015. *Statistik Perkebunan Indonesia Komoditas Lada 2014-2016*. Jakarta: BPS.
- [BPTP] Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bangka Belitung. 2016. *Teknologi Pengolahan Lada Putih. Pangkalpinang*. Pangkalpinang: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Kepulauan Bangka Belitung.
- [KEMENTAN] Kementerian Pertanian. 2012. *Pedoman Teknik Penanganan Pascapanen Lada*. Jakarta: Peraturan Kementerian Pertanian.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2013. *SNI 0004:2013*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional Lada Putih.
- Ahmad RZ. 2009. *Cemaran pada Pakan dan Pengendaliannya*, Bogor: Balai Besar Penelitian Veteriner.
- Aragaw M, et al. 2013. Variability For Morphological And Some Quality Traits In Ethiopia. *Journal Agroicultural Reasearch*. 6: 444-457
- Bermawie N et al. 2013. Stabilitas Hasil dan Mutu Enam Genotipe Harapan Jahe Putih Kecil (*Zingiber officinale* Rosc. var *amarum*) pada Beberapa Agroekologi. *Jurnal Littri*. 2: 58-62.
- Coda R et al. 2015. Effect of Air Classification and Fermentation by *Lactobacillus plantarum* VTT E-133328 on Faba Bean (*Vicia faba* L.) Flour Nutritional Properties [abstract]. *International Journal of Food Microbiology*. 193: 34-42.
- Hikmawanti NPE, et al. 2016. Kandungan Piperin dalam Ekstrak Buah Lada Hitam dan Buah Lada Putih (*Piper nigrum* L.) yang Diekstraksi dengan Variasi Konsentrasi Etanol Menggunakan Metode KLT-Densitometri. *Media Farmasi*. 13: 173-185.
- Julian Z. 2017. Peran MOL Bonggol Pisang (*Musa sp*) dan Perlukaan Mekanis dalam Mempercepat Pengupasan Kulit Buah Lada dan Meningkatkan Kualitas Lada Putih (*Piper nigrum* L.). [skripsi]. Balunujuk: Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung.
- Kandasamy P et al. 2015. Measurement and Modeling Of Respiration Rate of Tomato (Cultivar Roma) for Modified Atmosphere Storage. *International Journal of Engineering and Management Research*. 5: 78-86.
- Kusumiyati, et al. 2018. Pengaruh Waktu Simpan Terhadap Nilai Total Adatan Terlarut, Kekerasan dan Susut Bobot Buah Manggis Arumanis. *Jurnal Kultivasi*. 3: 766-771.
- Marsudi D, Herawati M. 2018. Pengaruh Pelapisan Chitosan dan Suhu Simpan Terhadap Karakteristik Fisiologi Jambu Biji Varietas Citayem (*Psidium guajava* L var *Citayem*). Perencanaan Sumber Daya Lokal Menuju Kemandirian Pangan Nasional. Prosiding Seminar Nasional 5th FP. 25 agst 2018. Salatiga. Mahasiswa Agroteknologi - Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga. Hlm 50-58.
- Michelle T. 2009. Essential oil composition affected by plant growing conditions. [http://www.anandaapothecary.com/aromatherapy-essential\\_oils-html](http://www.anandaapothecary.com/aromatherapy-essential_oils-html). [29 Januari 2019].

- Mphahlele RR *et al.* 2016. Effect of Drying on the Bioactive Compounds, Antioxidant, Antibacterial, and Antityrosinase Activities of Pomegranate Peel. *BMC Complementary and Medicine*. 16: 1-12.
- Mutiari. 2017. Optimalisasi Waktu Perendaman Buah Lada Varietas Lampung Daun Lebar dan Penambahan Daun Pepaya [skripsi]. Balunijuk: Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi Universitas Bangka Belitung.
- Nirwanto, Eriandi A, Arifin H. 2017. Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Daun Kirinyuh (*Chromolaena odorta* (L) R.M. King dan H.Rob) pada Mencit Putih Jantan. *Medical and Health Science Journal*. 2: 31-40.
- Nugraha AC, Prasetya AT, Mursiti S. 2017. Isolasi, Identifikasi, Uji Aktivitas Senyawa Flavonoid sebagai Antibakteri dari Daun Mangga. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 2: 91-96.
- Purwanto EH. 2011. Harmonisasi Standar Mutu Lada Indonesia. *Warta Penelitian dan Pengembangan Perkebunan*. 17: 1-7.
- Putri Y. 2018. Peningkatan Kualitas Lada Putih dengan Kombinasi Lama Perendaman dan Penambahan Daun Karamunting (*Melastoma sp.*). *Jurnal Agrosaintek*. 2: 44-52.
- Rahmadani. 2012. Kajian Pemanfaatan Enzim Papain Dari Getah Pepaya (*Carica papaya* L.) untuk Melunakkan Daging [skripsi]. Medan: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Medan.
- Rapi M. 2018. Optimalisasi Waktu Perendaman Buah Lada (*Muntok white pepper* L.) dengan Perlukaan Mekanis dan Penambahan Daun Pepaya (*Carica papaya* L) [skripsi]. Balunijuk: Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung.
- Risfaheri. 2013. *Pengkajian Teknologi Pengolahan Lada Putih Skala Usaha Kecil Sesuai Persyaratan Keamanan Pangan*. Pangkalpinang: Balai Pengkajian Teknologi Pertanian.
- Risfaheri. 2012. Diversifikasi Produk Lada (*Piper nigrum*) Untuk Peningkatan Nilai Tambah. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian*. 8: 15-26.
- Rohayu A. 2016. Uji Analisis Matang Fisiologis dan Kondisi Perendaman Terhadap Aspek Fisik dan Kimia Lada Putih (*Muntok white pepper*) [skripsi]. Balunijuk: Fakultas Pertanian, Perikanan dan Biologi, Universitas Bangka Belitung.
- Sunarlim N, Zam SI, Purwanto J. 2012. Pelukaan Benih dan Perendaman dengan Antonik Pada Perkecambahan Benih dan Pertumbuhan Tanaman Semangka Non Biji (*Citrullus vulgaris* Schard L.). *Jurnal Agroteknologi*. 2: 29-32.
- Supriadi. 2018. Inovasi Perlakuan Benih dan Implementasinya untuk Memproduksi Benih Bermutu Tanaman Rempah dan Obat. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2: 71-82.
- Suwarto. 2013. *Lada Produksi 2 Ton/ha*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Taghfir DB. 2017. Kualitas Benih dan Pertumbuhan Bibit Cabai (*Capsicum frutescens* L.) pada Perlakuan Suhu dan Wadah Penyimpanan yang Berbeda. [skripsi] Semarang: Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro.
- Tessmer MA, *et al.* 2016. Microstructural Changes While Persimmon Fruits Mature and Ripen. Comparison Between Astringent and Non-Astringent Cultivars [abstract]. *Postharvest Biology and Technology*. 120: 52-60.
- Usmiati S, Nurdjannah. 2006a. Pengupasan kulit buah lada dengan enzim pektinase. *Jurnal Littri*. 12: 80-86.
- Usmiati S, Nurdjannah. 2006b. *Pengaruh Perendaman dan Cara Pengeringan Terhadap Mutu Lada Putih*. Bogor: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.
- Xu Z, Jiang Y, Zhou G. 2015. Response and Adaptions of Photosynthesis Systems to Elevated CO<sub>2</sub> with Environmental Stress Plants. *Frontiers in Plants*. 6: 1-17.