



**KAJIAN PENGGUNAAN ASAP CAIR SEBAGAI BAHAN PENGHAMBAT  
PEMBUSUKAN PADA DUA VARIETAS PEPAYA**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**IKHWAN AGUS**  
**NIM. 091510501134**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**



**KAJIAN PENGGUNAAN ASAP CAIR SEBAGAI BAHAN PENGHAMBAT  
PEMBUSUKAN PADA DUA VARIETAS PEPAYA**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) pada Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember

Oleh:

**Ikhwan Agus  
NIM 091510501134**

**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER  
2016**

**SKRIPSI**

**KAJIAN PENGGUNAAN ASAP CAIR SEBAGAI BAHAN PENGHAMBAT  
PEMBUSUKAN PADA DUA VARIETAS PEPAYA**

Oleh

Ikhwan Agus  
NIM. 091510501134

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Ir. Sundahri, PGDip.Agr.Sc.,M.P.

NIP. 196704121993031007

Dosen Pembimbing Anggota : Dr. Ir. Miswar, M.Si.

NIP. 196410191990021002

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul: **“Kajian Penggunaan Asap Cair sebagai Penghambat Pembusukan pada Dua Varueta Pepaya”**, telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Pertanian pada:

Hari, tanggal :

Tempat : Fakultas Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Ir. Sundahri, PGDip.Agr.Sc.,M.P.  
NIP. 196704121993031007

Dr. Ir. Miswar, M.Si.  
NIP. 196410191990021002

Dosen Penguji

Ir. Gatot Subroto, M.P.  
NIP. 196301141989021001

Mengesahkan  
Dekan

Ir. Sigit Soeparjono, M.S., Ph.D.  
NIP. 196005061987021001

**MOTTO**

“Bekerjalah kamu seakan kamu hidup selamanya dan beribadalah kamu seakan kamu mati besok”

**(Hadist)**

“Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri ”

**( Ar- Ra'd 11)**

“Tersenyumlah kamu jika kamu bisa bermanfaat untuk orang banyak”

**(Ikhwan Agus)**

“Orang menanam jagung tidak akan tumbuh padi”

**(Pepatah Madura)**

“Banyak kegagalan dalam hidup ini dikarenakan orang-orang tidak menyadari betapa dekatnya mereka dengan keberhasilan saat mereka menyerah”

**(Thomas Alva Edison)**

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Ikhwan Agus  
NIM : 091510501134

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul “ Kajian Penggunaan Asap Cair sebagai Bahan Penghambat Pembusukan pada Dua Varietas Pepaya”, adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada instansi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isi sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata dikemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Juli 2016  
Yang menyatakan

Ikhwan Agus  
NIM 091510501134

## RINGKASAN

**Kajian Penggunaan Asap Cair sebagai Bahan Penghambat Pembusukan pada Dua Varietas Pepaya.** Ikhwan Agus, 091510501134; Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Papaya merupakan buah yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia karena rasanya yang manis, mengandung banyak vitamin dan harga yang terjangkau untuk kalangan masyarakat menengah kebawah. Buah papaya selain dikonsumsi sebagai buah segar juga di konsumsi sebagai bahan industri makanan rasa buah dan permen. Tanaman pepaya di Indonesia tumbuh dengan baik dan subur serta menghasilkan produksi yang baik pula. Produksi yang baik tidak diimbangi dengan penanganan pasca panen yang baik sehingga kondisi papaya yang ada dipasar tidak tahan lama dan mudah membusuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asap cair terhadap kualitas buah pepaya yang meliputi warna kulit, aroma, laju pembusukan, tekstur dan kadar air pada dua varietas pepaya dalam waktu proses penanganan pasca panen dan penyimpanan. Penelitian kajian penggunaan asap cair sebagai bahan penghambat pembusukan pada dua varietas pepaya dilakukan di Laboratorium Produksi Tanaman Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember, penelitian akan dilaksanakan pada bulan oktober sampai november 2014. Penelitian kajian penggunaan asap cair sebagai bahan penghambat pembusukan pada dua varietas pepaya menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RAL faktorial) dengan faktor konsentrasi (K) dan varietas papaya (V) dengan tiga (3x) kali ulangan pada setiap perlakuan. Faktor konsentrasi ( 0%, 5%, 10%, 15%, 20%) di ulang sebanyak 3 (tiga Kali) dan varietas Thailand (V1) varietas California (V2). Data dianalisis dengan Uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi interaksi antara varietas dan konsentrasi asap cair terutama pada tekstur, kadar air dan laju pembusukan buah pepaya. Interaksi terbaik terjadi pada varietas California maupun Thailand yaitu dengan konsentrasi asap cair 20%.

*Kata kunci: asap cair, varietas, pepaya, 20% dan konsentrasi*

## SUMMARY

Study Use of Liquid Smoke as Inhibitor Material Decay in Two Varieties of Papaya. Ikhwan Agus, 091510501134; Agrotechnology Study Program Faculty of Agriculture, University of Jember.

Papaya is a fruit that is favored by the Indonesian community because of its sweet taste, contains many vitamins and affordable prices for high society down. Besides papaya fruit consumed as fresh fruit is also consumed as a food industry of fruit and candy flavors. Papaya plant in Indonesia to grow well and produce fertile and good production anyway. Good production is not matched by good post harvest handlers that papaya existing conditions in the market are not durable and easy to rot. This study aims to determine the effect of the concentration of liquid smoke to the quality of papaya fruit which includes color, aroma, the rate of decay, texture and moisture content in two varieties of papaya in the process of post-harvest handling and storage. Research studies using liquid smoke as barrier materials decay in two varieties of papaya conducted at the Laboratory of Plant Production Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, University of Jember, research will be conducted on October to November 2014. The research studies the use of liquid smoke as barrier materials decay in two varieties of papaya using rancangan a completely randomized factorial (factorial RAL) with a concentration factor (K) and varieties of papaya (V) with three (3x) times replicates at each treatment. Factor concentrations (0%, 5%, 10%, 15%, 20%) in the 3 (three times) and varieties of Thailand (V1) varieties of California (V2). Data were analyzed with the Duncan test. The results show that there is interaction between varieties and concentrations of liquid smoke, especially in texture, moisture content and the rate of decay of papaya fruit. Best interactions occur in California and Thaliand varieties namely degan 20% concentration of liquid smoke.

*Keywords: liquid smoke, varieties, papaya, 20% and concentration*

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan karya ilmiah tertulis (skripsi) ini yang berjudul **Kajian Penggunaan Asap Cair sebagai Bahan Penghambat Pembusukan pada Dua Varietas Pepaya**. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Jember.

Penyusunan Karya Ilmiah Tertulis (skripsi) ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih dan rasa hormat kepada :

1. Ir. Sundahri, PGDip.Agr.Sc.,M.P. sebagai Dosen Pembimbing Utama, Dr. Ir. Miswar, M.Si., sebagai Dosen Pembimbing Anggota dan Ir. Gatot Subroto, M.P., sebagai Dosen Penguji yang telah memberikan arahan, bimbingan dan masukan selama penelitian dan penulisan skripsi ini;
2. Ir. Syaifuddin Hasjim, M.P. sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan arahan, nasehat dan bimbingan selama menjalani kegiatan akademis sampai terselesaikannya skripsi ini;
3. Ir. Sigit Soeparjono, M.S., Ph.D. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Jember beserta stafnya;
4. Ketua dan seluruh staf Program Studi Agroteknologi Universitas Jember yang telah memberikan sumbangsuhnya dalam penyusunan skripsi.
5. Bapakku Saniman, Suba'i dan ibuku Sarmona, Siti Khotijah, Almarhum kakakku Rudianto, istriku Siti Marhamah, Anakku Fathiyah Adeeva Mumtaz Agus, keluarga Masyatun sekeluarga, keluarga H Ali sekeluarga, Ibu Nurul, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat dan motivasi sepanjang perjalanan hidupku sampai sekarang.
6. Teman seperjuangan antara lain Joko Wahyudi, Aswar Annas, Rofik Anwar, Angga Fitroni, Dani Afandi, Firman Mo, Izzudin, Abdullah, Muhammad Sulton, serta teman-teman kelas D angkatan 2009 dan teman-teman adik-adik

HMI KOMPERTA terima kasih atas kerja sama, kebersamaan dan bantuannya hingga terselesaikannya skripsi ini.

7. Semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Karya Ilmiah Tertulis ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Karya Ilmiah Tertulis ini masih terdapat kekurangan, untuk itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi penyempurnaan Karya Ilmiah Tertulis ini. Semoga Karya Ilmiah Tertulis ini bermanfaat bagi semua pihak, khususnya bagi perkembangan ilmu pertanian.

Jember, 29 Juni 2016

Penulis

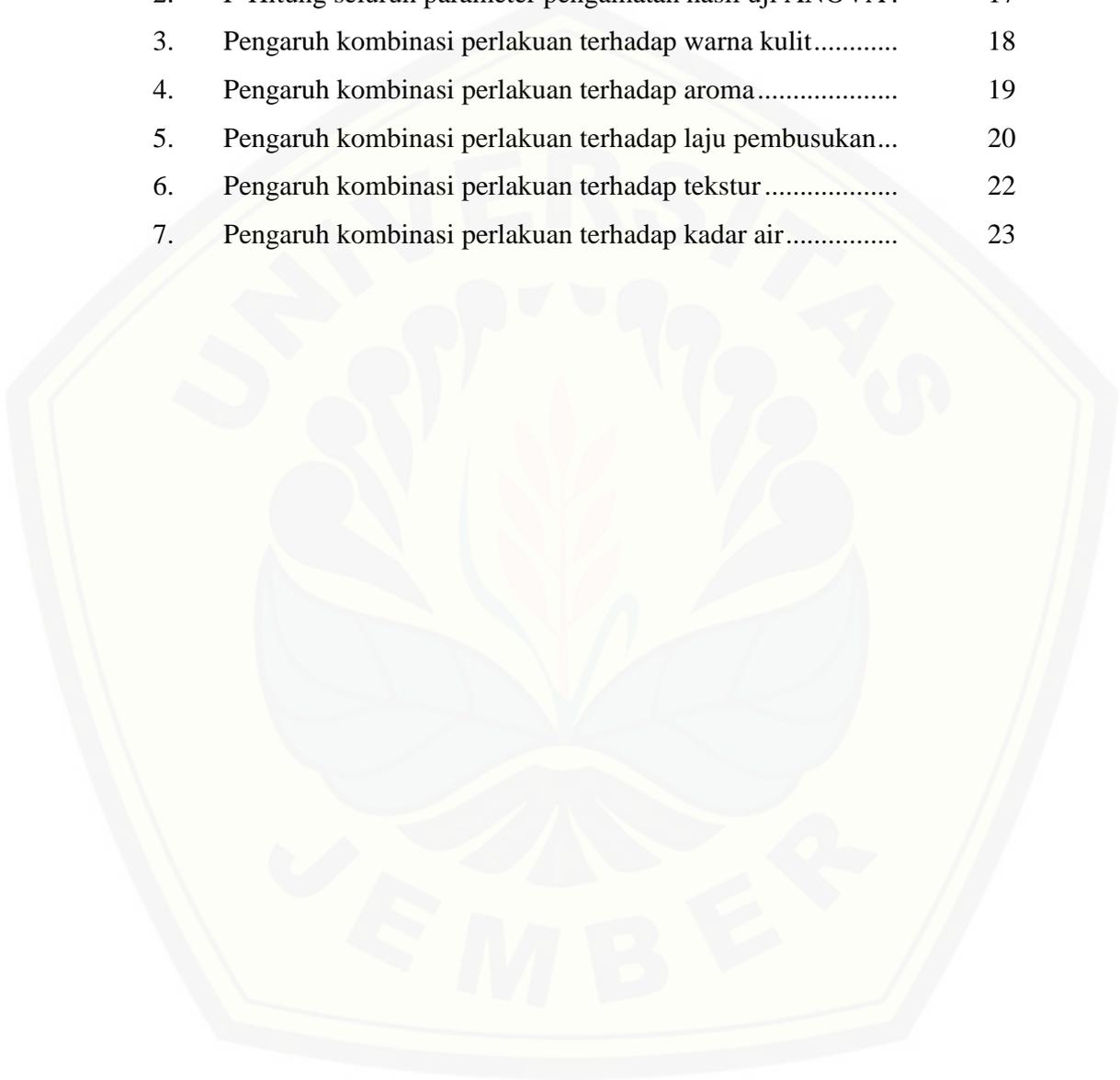
DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>RINGKASAN</b> .....	vi
<b>SUMMARY</b> .....	vii
<b>PRAKATA</b> .....	viii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat .....	3
1.3.1 Tujuan .....	3
1.3.2 Manfaat .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Pepaya .....	4
2.2 Pembusukan .....	5
2.3 Varietas.....	7
2.4 Asap Cair.....	8
2.4.1 Definisi Asap Cair .....	8
2.4.2 Proses Pembuatan Asap Cair.....	9
2.4.3 Komponen Penyusun Asap Cair .....	10
2.4.4 Manfaat Asap Cair .....	11
2.5 Hipotesis .....	12
<b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....	13
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	13

3.2 Bahan dan Alat Penelitian .....	13
3.3 Metode pelaksanaan .....	13
3.4 Variabel yang diamati .....	15
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>17</b>
4.1 Hasil .....	17
4.2 Pembahasan .....	17
4.2.1 Warna Kulit.....	17
4.2.2 Aroma.....	19
4.2.3 Laju Pembusukan .....	20
4.2.4 Tekstur.....	21
4.2.5 Kadar Air.....	22
<b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>24</b>
5.1 Kesimpulan .....	24
5.2 Saran.....	24
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>25</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>29</b>

**DAFTAR TABEL**

<b>Tabel</b>		<b>Halaman</b>
1.	Titik didih senyawa pendukung sifat fungsional asap cair ....	11
2.	F-Hitung seluruh parameter pengamatan hasil uji ANOVA .	17
3.	Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap warna kulit.....	18
4.	Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap aroma.....	19
5.	Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap laju pembusukan...	20
6.	Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap tekstur .....	22
7.	Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap kadar air.....	23



**DAFTAR LAMPIRAN**

<b>LAMPIRAN</b>	<b>Halaman</b>
1. Foto penelitian .....	30
2. F-Hitung seluruh parameter pengamatan hasil uji ANOVA .	31



## BAB I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pepaya adalah salah satu jenis buah yang banyak digemari oleh masyarakat Indonesia, baik buah yang masih mentah maupun yang sudah masak. Buah ini mengandung berbagai macam vitamin yang bermanfaat bagi kesehatan tubuh manusia. Buah pepaya dapat dikonsumsi langsung sebagai buah segar atau dibuat berbagai jenis sajian, seperti rujak, jus, minuman penyegar, campuran agar-agar, selai dan bahan manisan. Pepaya merupakan tanaman herbal dari *family Caricaceae* yang berasal dari Amerika Tengah dan Hindia barat bahkan kawasan Meksiko dan Coastarica.

Pepaya merupakan tanaman yang berbuah sepanjang tahun serta tidak dipengaruhi oleh musim, baik musim penghujan maupun kemarau. Bahkan seluruh bagian organnya dapat bermanfaat bagi kehidupan manusia, misalnya pada bidang kesehatan digunakan sebagai bahan obat, bidang pertanian dimanfaatkan sebagai bahan pestisida nabati untuk mengendalikan OPT dan pada bidang kecantikan digunakan sebagai bahan dasar kosmetik. Umumnya pepaya di manfaatkan daging buahnya untuk dikonsumsi atau sebagai buah meja. Buah pepaya banyak dijumpai di pasar buah dan di pasar – pasar lain pada umumnya.

Produksi pepaya dari tahun 2000 hingga tahun 2004 mengalami peningkatan, walaupun kenyataannya jumlah luas panen pada tahun 2003 hingga tahun 2005 mengalami penurunan. Pada tahun 2005 jumlah produksi pepaya di Indonesia menurun hingga 25,11 persen, dimana pada tahun 2005 luas panen juga menurun hingga mencapai 13,74 persen dari tahun 2004. Produksi buah pepaya di Indonesia pada tahun 2009 mencapai 772.844 ton (BPS, 2010). Konsumsi buah pepaya per kapita di Indonesia pada Tahun 2003 mengalami peningkatan sebesar 8,93 persen dari tahun 2002. Namun pada tahun-tahun berikutnya konsumsi pepaya mengalami penurunan. Bahkan pada tahun 2005 konsumsi pepaya di Indonesia hanya sebesar 2,29 kg per kapita per tahun. Hal ini seiring dengan penurunan jumlah produksi dan luas panen yang terbesar pada tahun tersebut. Menurunnya jumlah dan nilai ekspor maupun impor dapat menyebabkan jumlah

konsumsi buah pepaya tersebut menjadi menurun (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, 2012).

Hasil pertanian tidak tahan lama sehingga cepat mengalami kemunduran dan mudah membusuk. Kerusakan pada komoditas hortikultura seperti buah-buahan dan sayuran dapat disebabkan oleh berkurangnya cadangan makanan (karbohidrat) pada komoditas tersebut karena digunakan untuk proses respirasi atau metabolisme lainnya yang menandakan bahwa buah tersebut masih hidup. Untuk mempertahankan kualitas dari produk pertanian terutama pada buah pepaya perlakuan pascapanen sangat perlu dilakukan agar kualitasnya dapat dipertahankan lebih lama dalam waktu pengiriman dan penyimpanan.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mempertahankan kualitas buah pepaya agar bertahan lebih lama adalah pemanfaatan asap cair untuk menghambat pembusukan sehingga kualitasnya dapat bertahan lebih lama. Penggunaan asap cair pada produk hasil pertanian terutama pada buah-buahan dan sayuran belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya. Asap cair (*liquid smoke*) dari distilat tempurung kelapa dapat digunakan sebagai pengawet karena adanya senyawa asam, fenola, karbonil dan anti mikroba yang memiliki kemampuan untuk mengawetkan produk pertanian. Asap cair dapat juga digunakan sebagai fungisida untuk penanggulangan serangan patogen penyebab penyakit pasca panen hortikultura yang berperan sebagai desinfektan untuk mencegah serangan penyakit pasca panen pada buah-buahan. Berdasarkan latar belakang di atas perlu diadakannya penelitian lebih lanjut tentang penggunaan dan pemberian asap cair terhadap pembusukan komoditas pertanian terutama pada buah pepaya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas di rumuskan masalah sebagai berikut:

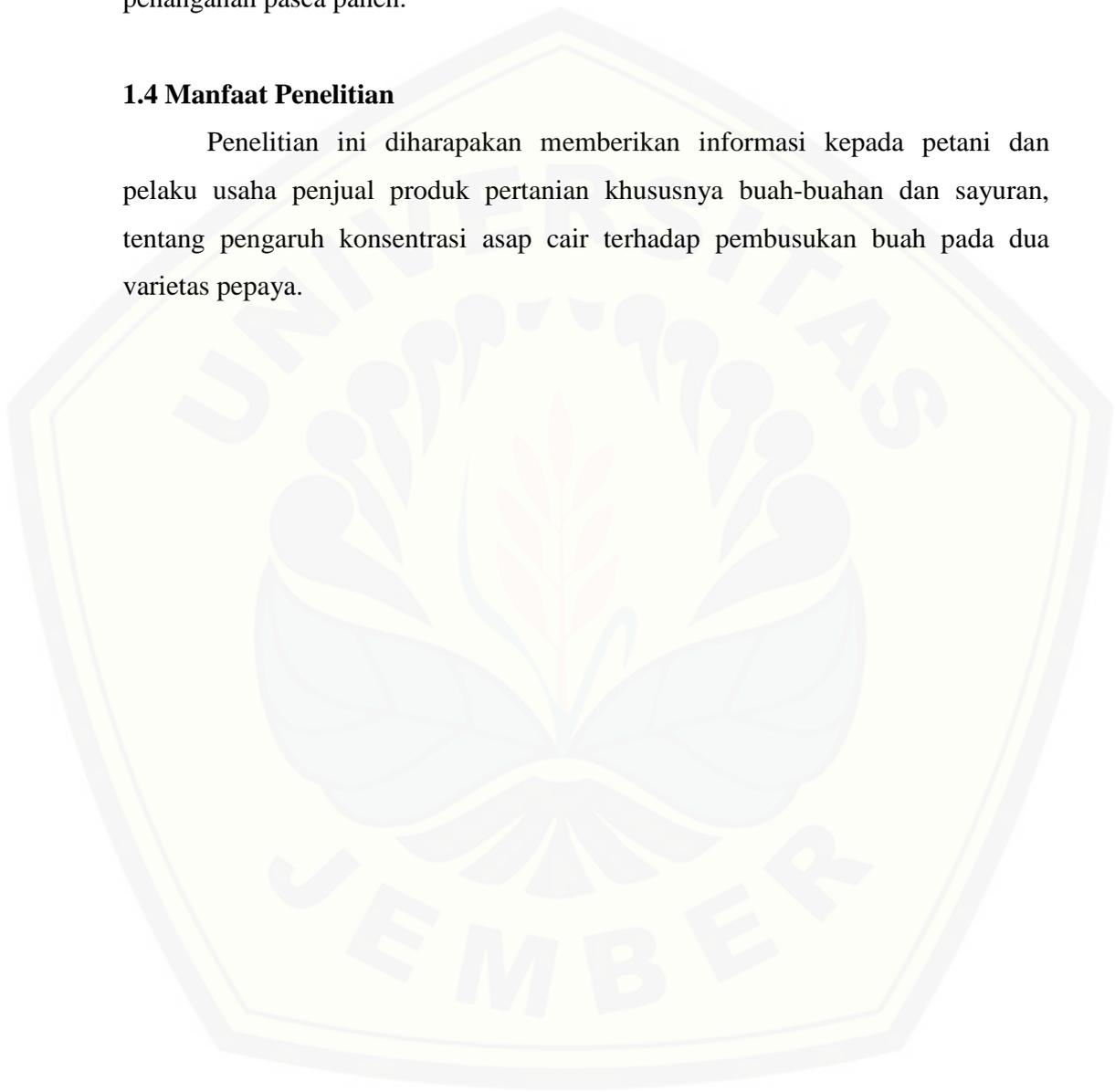
1. Apakah kombinasi asap cair dan varietas berpengaruh pada pembusukan buah pepaya?
2. Apakah asap cair sebagai faktor tunggal dapat menghambat pembusukan buah pepaya?
3. Apakah varietas dapat berpengaruh terhadap pemubusukan buah pepaya?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asap cair dalam menghambat pembusukan pada dua varietas pepaya dalam waktu proses penanganan pasca panen.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi kepada petani dan pelaku usaha penjual produk pertanian khususnya buah-buahan dan sayuran, tentang pengaruh konsentrasi asap cair terhadap pembusukan buah pada dua varietas pepaya.



## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pepaya

Pepaya (*Carica papaya* L.) merupakan tanaman buah, berupa herba dari family caricaceae yang berasal dari Amerika Tengah dan Hindia Barat, bahkan kawasan sekitar Meksiko dan Costa Rica. Tanaman pepaya banyak ditanam baik di daerah tropis maupun subtropis, di daerah basah dan kering, atau di daerah dataran rendah dan pegunungan (Soedarya, 2009).

Pepaya termasuk salah satu jenis tanaman tropis yang sudah lama ditanam oleh para petani. Tetapi belum semua dibudidayakan secara baik dan benar. Salah satu masalah yang perlu diperbaiki dari pengusahaan pepaya adalah tidak mantapnya kualitas buah yang dihasilkan. Kedudukan tanaman pepaya dalam sistematik (taksonomi) tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuh-tumbuhan)
Divisi	: <i>Spermatophyta</i> (tumbuhan berbiji)
Sub-divisi	: <i>Angiosperma</i> (biji tertutup)
Kelas	: <i>Dicotyledonae</i> (biji berkeping dua)
Ordo	: <i>Caricales</i>
Famili	: <i>Caricaceae</i>
Spesies	: <i>Carica papaya</i> L. (Rukmana, 1995).

Buah pepaya memiliki manfaat bagi kesehatan tubuh manusia. Kandungan vitamin C pepaya lebih tinggi daripada jeruk. Berkat kandungan flavonoid, vitamin C, E, dan betakriptomaxantin (bagian dari karotenoid vitamin A) pepaya memiliki sifat antioksidan yang kuat, mengandung serat, asam folat, kalium dan papain. Lebih dari 50 asam amino terkandung dalam buah pepaya, antara lain asam aspartat, treonin, serin, asam glutamat, prolin, glisin, alanin, valine, isoleusin, leusin, tirosin, fenilalanin, histidin, lysin, arginin, tritrophan, dan sistein. Asam amino tersebut bersatu padu menjadi bahan baku industri kosmetik untuk menghaluskan kulit, menguatkan jaringan agar lebih kenyal, dan menjaga gigi dari timbunan plak (Fatih, 2012).

Produksi pepaya yang dihasilkan di seluruh Indonesia pada tahun 2010 mencapai 1 406 445 ton (BPS, 2010). Buah pepaya adalah jenis buah yang keberadaannya tersedia sepanjang tahun. Nutrisi yang terkandung dalam pepaya cukup beragam. Pepaya mengandung provitamin A, vitamin B, vitamin C, berbagai mineral, serat, dan pigmen warna (Warisno, 2003).

Salah satu bagian tanaman pepaya yang dapat dimanfaatkan sebagai obat tradisional adalah biji buah pepaya (*Carica papaya* L.). Secara tradisional biji pepaya dapat dimanfaatkan sebagai obat cacing gelang, gangguan pencernaan, diare, penyakit kulit, kontrasepsi pria, bahan baku obat masuk angin dan sebagai sumber untuk mendapatkan minyak dengan kandungan asam-asam lemak tertentu (Warisno, 2003). Minyak biji pepaya yang berwarna kuning diketahui mengandung 71,60 % asam oleat, 15,13 % asam palmitat, 7,68 % asam linoleat, 3,60% asam stearat, dan asam-asam lemak lain dalam jumlah relatif sedikit atau terbatas. Biji pepayapun diketahui mengandung senyawa kimia lain seperti golongan fenol, alkaloid, dan saponin. Biji pepaya juga mempunyai aktivitas farmakologi daya antiseptik terhadap bakteri penyebab diare, yaitu *Escherichia coli* dan *Vibrio cholera* (Warisno, 2003).

Daun pepaya mengandung banyak zat aktif yang memiliki aktivitas proteolitik dan antimikrobia, sedangkan alkaloid carpain berfungsi sebagai antibakteri (Ardina, 2007). Selain itu terdapat pula tocophenol dan flavonoid, yang memiliki daya antimikrobia (Markham, 1988). Diketahui bahwa di dalam biji pepaya yang berwarna putih mengandung senyawa triterpenoid aldehida dengan karakteristik gugus fungsi:  $-CH_2$ ,  $-CH_3$ , dan  $C=O$  yang juga mempunyai potensi sebagai antibakteri (Sukadana, 2008).

## 2.2 Pembusukan

Berbagai produk mempunyai laju respirasi berbeda, umumnya tergantung pada struktur morfologi dan tingkat perkembangan jaringan bagian tanaman tersebut. Secara umum, sel-sel muda yang tumbuh aktif cenderung mempunyai laju respirasi lebih tinggi dibandingkan dengan yang lebih tua atau sel-sel yang lebih dewasa (Kays, 1991).

Secara fisiologis bagian tanaman yang dipanen dan dimanfaatkan untuk konsumsi segar adalah masih hidup, dicirikan dengan adanya aktivitas metabolisme yang dinamakan respirasi. Respirasi berlangsung untuk memperoleh energi untuk aktivitas hidupnya. Dalam proses respirasi ini, bahan tanaman terutama kompleks karbohidrat dirombak menjadi bentuk karbohidrat yang paling sederhana (gula) selanjutnya dioksidasi untuk menghasilkan energi. Hasil sampingan dari respirasi ini adalah CO<sub>2</sub>, uap air dan panas. Semakin tinggi laju respirasi maka semakin cepat pula perombakan-perombakan tersebut yang mengarah pada kemunduran dari produk tersebut. Air yang dihasilkan ditranspirasikan dan jika tidak dikendalikan produk akan cepat menjadi layu. Sehingga laju respirasi sering digunakan sebagai index yang baik untuk menentukan masa simpan pascapanen produk segar ( I Made, 2001 ).

Aktivitas respirasi dan transpirasi ini menggunakan dan merombak zat-zat nutrisi yang ada pada buah, sehingga dalam jangka waktu tertentu akibat penggunaan dan perombakan zat nutrisi tersebut, buah mengalami kemunduran mutu dan kerusakan fisiologis (Suhaidi, 2003).

Kerusakan bahan buah telah dimulai sejak bahan buah tersebut dipanen. Penyebab utama kerusakan bahan buah adalah (1) pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme; (2) aktivitas enzim dalam bahan pangan; (3) suhu baik suhu tinggi maupun suhu rendah; (4) udara khususnya oksigen; (5) kadar air dan kekeringan; (6) cahaya; dan (7) serangga, parasit serta pengerat ( Santoso, 2006).

Pembusukan buah dipengaruhi berbagai faktor yaitu suhu, kelembaban dan kekeringan, udara dan oksigen, cahaya, dan waktu. Sedangkan, pembusukan buah disebabkan mikroorganisme bakteri, jamur, yeast, alga, protozoa, dan lainnya, enzim yang dikandung buah, insektisida dan hewan pengerat. (Sari, 2013).

Penurunan kualitas ikan dan daging dihubungkan dengan fungsional protein yang hilang. Pengaruh tersebut disebabkan ketika air menjadi es sehingga konsentrasi enzim meningkat dan membentuk konsentrasi garam pada air yang tersisa. Kedua hal ini menyebabkan protein mengalami denaturasi. Dalam proses super chilling, denaturasi protein dapat diminimalisasi karena jumlah air yang

membeku sekitar 5J30% (Smith, 2011). Rentang suhu tersebut cukup dingin untuk menekan pertumbuhan bakteri dan proses enzim, tetapi tidak menyebabkan kerusakan sel (George, 1993).

## **2.3 Varietas**

Salah satu jenis pepaya yang saat ini mulai banyak dibudidayakan adalah pepaya California. Pepaya California berasal dari Amerika Tengah, namun pepaya California yang saat ini banyak dikedarkan petani adalah pepaya jenis IPB-9 hasil pemuliaan PKTB-IPB, karena memang ada kemiripan buah. Pepaya California termasuk jenis unggulan antara lain buahnya tidak terlalu besar dengan ukuran antara 0,8-2 kg/buah, berkulit tebal, berbentuk lonjong, buah matang berwarna kuning, rasanya manis, daging buah kenyal dan tebal. Pohonnya dapat berbuah hingga umur empat tahun, dalam satu bulan bisa dipanen sampai empat kali (Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah, 2012).

Pepaya California adalah varietas pepaya baru yang memiliki keunggulan buah tersendiri, rasanya lebih manis, lebih tahan lama, dan bisa dipanen lebih cepat dibandingkan pepaya varietas lain. Pepaya California banyak diminati karena ukurannya tidak terlalu besar, kulitnya lebih halus dan mengkilat. Pohon pepaya California sudah bisa dipanen setelah berumur sembilan bulan, dan pohonnya dapat berbuah hingga umur empat tahun. Dalam satu bulan, pohon pepaya California tersebut bisa dipanen sampai delapan kali (Andry, 2008).

Tanaman pepaya Bangkok atau yang dikenal dengan sebutan pepaya Thailand merupakan varietas pepaya yang telah lama eksis sebagai pepaya agronomis yang menguntungkan. Buah pepaya ini beratnya bisa mencapai 2 kg. varietas pepaya ini banyak disukai oleh konsumen karena daging buahnya yang tebal (Anneahira, 2014).

## **2.4 Asap Cair**

### **2.4.1 Definisi Asap Cair**

Asap cair merupakan suatu hasil destilasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak langsung maupun langsung dari bahan-bahan yang banyak

mengandung karbon serta senyawa-senyawa lain, bahan baku yang banyak digunakan adalah kayu, bongkol kelapa sawit, ampas hasil penggergajian kayu dll. Asap cair didefinisikan sebagai kondensat berair alami dari kayu yang telah mengalami aging dan filtrasi untuk memisahkan senyawa tar dan bahan-bahan tertentu (Pszczola, 1995).

Asap cair tempurung kelapa merupakan hasil kondensasi asap tempurung kelapa melalui proses pirolisis pada suhu sekitar 400 °C. Asap cair mengandung berbagai komponen kimia seperti fenol, aldehid, keton, asam organik, alkohol dan ester (Guillen *et al.*, 2001). Berbagai komponen kimia tersebut dapat berperan sebagai antioksidan dan antimikroba serta memberikan efek warna dan citarasa khas asap pada produk pangan (Karseno *et al.*, 2002). Namun, salah satu komponen kimia lain yang dapat terbentuk pada pembuatan asap cair tempurung kelapa adalah *Polycyclic Aromatic Hydrocarbons* (PAH) dan turunannya. Beberapa diantara komponen tersebut bersifat karsinogenik (Stolyhwo, 2005). Benzo[a]pyrene merupakan salah satu senyawa PAH yang diketahui bersifat karsinogenik dan biasa ditemukan pada produk pengasapan (Kazerouni *et al.*, 2001).

Asap cair merupakan asam cuka yang diperoleh dari destilasi kering bahan baku pengasap seperti kayu dan tempurung kelapa, yang diikuti dengan kondensasi dalam kondensor berpendingin air. Asap cair bersal dari bahan alami yaitu pembakaran hemiselulosa, selulosa, dan lignin dari kayu-kayu keras dan tempurung kelapa sehingga menghasilkan senyawa-senyawa yang mempunyai sifat antimikroba, antibakteri, dan antioksidan seperti senyawa asam dan turunannya, alkohol, fenol, aldehid, karbonil, keton dan piridin. Prospek penggunaan asap cair sangat luas, mencakup industri makanan sebagai pengawet alami, industri kesehatan, pupuk tanaman, bioinsektisida, pestisida desinfektan, herbisida, dan lain sebagainya. Prospek penggunaan asap cair yang sangat luas ini memiliki berbagai keunggulan bila dibandingkan dengan penggunaan bahan kimia sintetik. Asap cair lebih mudah diaplikasikan karena konsentrasi asap cair dapat dikontrol agar memberi flavor dan warna yang sama dan seragam. Bahan-bahan antimikroba yang terkandung dalam asap cair antara lain:

- a. Asam dan turunannya : format, asetat, butirat, propional, metil ester.
- b. Alkohol : metil, etil, propil, alkil dan isobutil alkohol.
- c. Aldehid : formaldehida, asetaldehida, furfural, dan metal furfural.
- d. Hidrokarbon : silene, kumene dan simene.
- e. Keton : aseton, metil etil keton, metil propil keton dan etil propil keton.
- f. Fenol.
- g. Piridin dan metil piridin (Zaitsev *et al.*, 1969).

Asap cair (liquid smoke) merupakan suatu hasil kondensasi atau pengembunan dari uap hasil pembakaran tidak sempurna dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta karbon lainnya, pirolisis tempurung kelapa menghasilkan asap cair dengan kandungan senyawa fenol sebesar 4,13 %, karbonil 11,3 % dan asam 10,2 % (Darmaji, 2002). Saat ini dibidang pertanian asap cair dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas tanah dan menetralsir asam tanah; membunuh hama tanaman dan penyakit; mengontrol pertumbuhan tanaman; mempercepat pertumbuhan akar, batang, umbi, daun, bunga dan buah

#### **2.4.2 Proses Pembuatan Asap Cair**

Proses pembuatan asap cair salah satunya menggunakan tempurung kelapa yang merupakan sisa limbah pembuatan minyak kelapa. Di dalam tempurung kelapa tersebut terdapat kandungan asap cair, asap cair tersebut memiliki kandungan fenol berperan untuk mengawetkan makanan secara alami. Asap cair tempurung kelapa menggunakan tempurung sebagai bahan bakunya, tempurung kelapa merupakan bagian buah kelapa yang berfungsi sebagai pelindung inti buah. Tempurung kelapa terletak di bagian dalam kelapa setelah sabut, dan merupakan lapisan yang keras dengan ketebalan 3-5 mm, termasuk golongan kayu keras. (Maga, 1987). Asap cair dibuat dari pirolisis kayu atau dibuat dari campuran senyawa murni (asap buatan). Komponen asap cair harus dilarutkan dalam air atau pelarut organik atau dibawa oleh pengikat seperti bumbu, gula, tepung, garam atau lemak (Gorbatov, 1971).

Prinsip utama dalam pembuatan asap cair sebagai bahan pengawet adalah dengan mendestilasi asap yang dikeluarkan oleh bahan berkarbon dan diendapkan dengan destilasi multi tahap untuk mengendapkan komponen larut. Untuk menghasilkan asap yang baik pada waktu pembakaran sebaiknya menggunakan jenis kayu keras seperti kayu bakau, rasa mala, serbuk dan serutan kayu jati serta tempurung kelapa, sehingga diperoleh ikan asap yang baik (Tranggono, 1997). Hal tersebut dikarenakan asap yang dihasilkan dari pembakaran kayu keras akan berbeda komposisinya dengan asap yang dihasilkan dari pembakaran kayu lunak. Pada umumnya kayu kerasakan menghasilkan aroma yang lebih unggul, lebih kaya kandungan aromatik dan lebih banyak mengandung senyawa asam dibandingkan kayu lunak (Girard, 1992).

### **2.4.3 Komponen Penyusun Asap Cair**

Peran masing-masing komponen dalam asap cair berbeda-beda. Senyawa fenol disamping memiliki peranan dalam aroma asap juga menunjukkan aktivitas antioksidan. Senyawa aldehid dan keton mempunyai pengaruh utama dalam warna (reaksi maillard) sedangkan efeknya dalam citarasa sangat kurang menonjol. Asam-asam pengaruhnya kurang spesifik namun mempunyai efek umum pada mutu organoleptik secara keseluruhan, sedangkan senyawa hidrokarbon aromatik polisiklis seperti 3,4 benzopiren memiliki pengaruh buruk karena bersifat karsinogenik (Girard, 1992).

Komposisi kimia asap cair tempurung kelapa adalah fenol 5,13%, karbonil 13,28%, asam 11,39% (Tranggono dkk., 1997). Tranggono dkk (1996) juga menyatakan bahwa asap cair mengandung senyawa fenol 2,10-5,13% dan dikatakan juga bahwa asap cair tempurung kelapa memiliki 7 macam senyawa dominan yaitu fenol, 3-metil-1,2-siklopentadion, 2-metoksifenol, 2-metoksi-4metilfenol, 2,6-dimetoksifenol, 4 etil-2 metoksifenol dan 2,5-dimetoksi-benzilalkohol. Fraksi netral dari asap kayu juga mengandung fenol yang juga dapat berperan sebagai antioksidan seperti guaikol (2-metoksi fenol) dan siringol (1,6-dimetoksi fenol). Senyawa penyusun asap cair dapat dipisahkan berdasarkan

titik didihnya. Titik didih senyawa-senyawa pendukung sifat fungsional asap cair dalam keadaan murni dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 1. Titik Didih Senyawa Pendukung Sifat Fungsional Asap Cair

Senyawa	Titik didih ( <sup>0</sup> C, 760 mmHg)
Fenol	
Guaikol	205
4-metilguaikol	211
Eugenol	244
Siringol	267
Furfural	162
Piroketakol	240
Hidroquinon	285
Isoeugenol	266
Karbonil	
Glioksal	51
Metilglioksal	72
Glioksaldehid	97
Diasetil	88
Formaldehid	21
Asam	
Asam asetat	118
Asam butirat	162
Asam propionat	141
Asam isovalerat	176

(Tranggono,1996).

#### 2.4.4 Manfaat Asap cair

Asap cair (*liquid smoke*) dari distilat tempurung kelapa dapat digunakan sebagai pengawet karena adanya senyawa asam, fenolat dan karbonil yang memiliki kemampuan mengawetkan makanan. Asap cair dapat juga digunakan sebagai fungisida untuk penanggulangan serangan patogen penyebab penyakit pasca panen hortikultura yang berperan sebagai desinfektan untuk mencegah serangan penyakit pasca panen pada buah-buahan. Asap cair mengandung lebih dari 400 komponen dan memiliki fungsi sebagai penghambat perkembangan bakteri dan cukup aman sebagai pengawet alami. Selain itu juga memanfaatkan limbah asap pada industri pembuatan arang tempurung kelapa menjadi asap cair

akan menaikkan nilai tambah bagi industry tersebut, nilai tambah bagi petani bahkan dapat mengatasi masalah pencemaran lingkungan ( wastono,2006).

Beberapa penelitian telah melaporkan potensi mutagenik senyawa kimia hasil pirolis. Senyawa kimia dalam ekstrak asap kayu bersifat mutagenik pada kelenjar limpa manusia, tetapi tidak mempunyai potensi mutagenik dalam pengujian menggunakan bakteri (braun *et al.*, 1987). Asap kayu bersifat mutagenik terhadap Salmonella. Potensi mutagenik dari senyawa kimia hasil pirolisis sangat dipengaruhi oleh bahan atau jenis kayu yang digunakan dan metode yang digunakan untuk menghasilkan senyawa kimia tersebut (putnam *et al.*, 1999).

Meskipun potensi mutagenik dari asap kayu telah dilaporkan, tetapi belum ada studi tentang toksisitas dari asap cair, terutama asap cair yang berasal dari hasil pirolisis tempurung kelapa. Penelitian mengenai toksisitas dari asap cair ini sangat penting mengingat saat ini asap cair telah digunakan secara komersial oleh industri pangan (soldera *et al.*, 2008).

Potongan sayuran segar meningkatkan ekonomi di Cina dan produk tersebut terjual dalam 7-8 hari setelah disimpan pada suhu rendah. Namun, jumlah mikroorganisme sangat tinggi pada potongan sayuran, populasi mikroba tersebut dapat diturunkan dengan menggunakan bahan kimia seperti sodium hipoklorit, asam organik dan kalsium klorida dan air terelektrolisis (Calin, 1990).

## **2.5 Hipotesis**

Pengamplikasian asap cair dari destilasi asap tempurung kelapa dengan ukuran dan konsentrasi tertentu dapat berpengaruh signifikan dalam menghambat laju pembusukan buah pada dua varietas pepaya.

### **BAB 3. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian kajian penggunaan asap cair sebagai bahan penghambat pembusukan pada dua varietas pepaya dilakukan di Laboratorium Produksi Tanaman Jurusan Agronomi Fakultas Pertanian Universitas Jember. Penelitian akan dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2014.

#### **3.2 Alat dan Bahan**

Alat dan bahan yang di gunakan dalam penelitian ini antara lain : asap cair, buah papaya, air, gelas ukur, timba, sprayer, kamera, alat tulis, kertas Koran, petrometer, oven, cutter, pisau, dan alat pendukung lainnya.

#### **3.3 Metode Pelaksanaan**

Penelitian pengaruh konsentrasi asap cair terhadap pemasakan dan pembusukan buah pada dia varietas pepaya menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RAL faktorial) dengan faktor konsentrasi dan varietas pepaya dengan tiga (3x) kali ulangan pada setiap perlakuan, dengan perlakuan sebagai berikut:

1. Pengenceran asap cair yang akan diaplikasikan pada pepaya.
  - a. K0 : kontrol perlakuan tanpa pemberian asap cair sebagai pembanding dari semua perlakuan.
  - b. K1 : 5% konsentarsi pengenceran bahan terlarut asap cair dengan perbandingan 950 ml air : 50 ml asap cair.
  - c. K2 : 10% konsentrasi pengenceran dengan bahan terlarut asap cair dengan perbandingan 900 ml air : 100ml asap cair.
  - d. K3 : 15% konsentrasi pengenceran dengan bahan terlarut asap cair dengan perbandingan 850 ml air : 150 asap cair.
  - e. K4 : 20% konsentrasi pengenceran dengan bahan terlarus asap cair dengan perbandingan 800ml air : 200ml asap cair.

2. Pengambilan dan penentuan buah pepaya sebagai bahan penelitian dilakukan pada tempat dan lokasi yang sama yaitu di daerah desa Karang Harjo kecamatan Silo kabupaten Jember, dengan jenis varietas pepaya yang digunakan California dan Thailand. Penggunaan Varietas California dan Thailand berdasarkan konsumsi, khususnya masyarakat setempat dan masyarakat jember pada umumnya.
3. Pemilihan pepaya yang seragam terutama kemunculan warna, ukuran dan bentuk yang sama.
4. Bahan untuk perlakuan pembusukan mengambil buah yang sudah masak dengan frekuensi kemunculan warna kuning 20-30%.
5. Pengampliasian bahan percobaan pada setiap perlakuan dan setiap varietas
6. Perlakuan K ( 0%, 5%, 10%, 15%, 20%) di ulang sebanyak 3 (tiga kali) dan varietas Thailand (V1) varietas California (V2), dengan denah penelitian sebagai berikut:

Denah percobaan

V1K0	V2K3	V1K0	V1K4	V1K3
V2K1	V1K2	V1K3	V2K1	V2K2
V2K3	V1K4	V2K2	V2K3	V1K0
V1K1	V2K3	V2K0	V2K4	V2K1
V1K2	V1K4	V1K1	V1K2	V1K4
V2K0	V2K2	V2K4	V2K0	V1K1

**Keterangan:**

V1K0 : Kombinasi varietas Thailand tanpa perlakuan konsentrasi asap cair (0%)

V1K1 : Kombinasi varietas Thailand dengan konsentrasi asap cair 5%

V1K2 : Kombinasi varietas Thailand dengan konsentrasi asap cair 10%

V1K3 : Kombinasi varietas Thailand dengan konsentrasi asap cair 15%

V1K4 : Kombinasi varietas Thailand dengan konsentrasi asap cair 20%

V2K0 : Kombinasi varietas California tanpa perlakuan konsentrasi asap cair (0%)

V2K1 : Kombinasi varietas California dengan konsentrasi asap cair 5%

V2K2 : Kombinasi varietas California dengan konsentrasi asap cair 10%

V2K3 : Kombinasi varietas California dengan konsentrasi asap cair 15%

V2K4 : Kombinasi varietas California dengan konsentrasi asap cair 20%

Model statistik Rancangan Acak Lengkap Faktorial yang digunakan sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + K_i + V_j + (KV)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

$Y_{ijk}$  = Nilai pengamatan pada percobaan ke-k yang memperoleh kombinasi perlakuan taraf ke-i dari faktor konsentrasi asap cair dan taraf ke-j dari faktor hasil varietas terbaik

$\mu$  = rata-rata umum

$K_i$  = pengaruh konsentrasi asap cair pada taraf ke-i

$V_j$  = pengaruh hasil varietas terbaik pada taraf ke-j

$(KV)_{ij}$  = pengaruh interaksi antara konsentrasi dan varietas pada taraf ke-I dengan Buah terbaik pada taraf ke-j

$\epsilon_{ijk}$  = galat percobaan

Semua data pengamatan dianalisis dengan menggunakan ANOVA dan dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan dengan taraf kepercayaan 95%

7. Dalam setiap kali perlakuan bahan harus selalu di balik agar proses penyemprotan merata keseluruhan bagian bahan. Asap cair yang di aplikasikan pada setiap perlakuan sebanyak 50ml.
8. Pengamatan dan perawatan setiap hari dilaksanakan sampai penelitian dinyatakan selesai.

### 3.4 Variabel yang Diamati

1. Warna kulit buah papaya dilakukan pengamatan setiap hari setelah selesai pengaplikasian asap cair dan kulit buah tersebut dapat dijadikan sebagai bahan pengamatan. Parameter pengamatan kemunculan warna dengan kriteria frekuensi warna kuning. Penilaian frekuensi tersebut menggunakan skoring dengan kemunculan warna kuning 30-50% (1), 50-70% (2), 70-90% (3) dan 90-100% (4).
2. Aroma mempunyai peranan penting dalam kualitas daging buah yang dapat dikonsumsi (*edible portion*). Buah mengeluarkan aroma karena adanya sintesis

banyak senyawa organik yang bersifat mudah menguap (*volatile*) selama fase pemasakan, pengamatan aroma penilaian dengan dengan skoring, tidak menyengat (1), agak menyengat (2), menyengat (3) dan sangat menyengat (4), pengamatan dilakukan oleh tiga (7) orang/ panelis.

3. Kadar air merupakan komponen yang sangat penting dalam menentukan kualitas buah, semua buah mengandung air dalam jumlah yang berbeda-beda. Kandungan air dalam buah-buahan ikut menentukan kesegaran dan daya tahan buah dalam proses penyimpanan dengan waktu tertentu. Pengamatan kadar air dilakukan dengan perbandingan bobot daging buah basah sebanyak 100gram dibandingkan dengan bobot daging buah 100gram setelah di oven (kering). Penyimpanan di oven dilakukan dengan jangka waktu 24 jam dengan suhu 80°C. Selisih antara bobot basah dengan bobot setelah di oven adalah kadar air.
4. Tekstur selama penyimpanan dan pemasakan komoditas yang segar akan menurun kesegarannya disebabkan oleh perubahan yang terjadi pada dinding sel dan lamella tengah buah yang menyebabkan tekstur akan menjadi lebih lunak. Pengamatan parameter tekstur dilakukan dengan menggunakan alat penetrometer (mm/s). Pengamatan tektur di lakukan sebanyak 10 kali dengan pengmukan buah pepaya yang berbeda tetapi masih tetap 1 buah yang sama, hasil pengukuran tersebut dirata-rata.
5. Laju pembusukan dilakukan pengamatan berapa lama buah dapat bertahan (tidak membusuk) dengan perlakuan pemberian asap cair selama proses penelitian berjalan. Pengamatan dilakukan setiap 2 hari sekali dengan parameter pengamtan kemunculan warna coklat kehitaman yang muncul dengan satuan persen (%). Kreteria bahan penelitian buah papaya dinyatakan busuk ketika frekuensi kemunculan warna coklat kehitaman muncul > 10% dan teksturnya sudah mulai lembek.

## BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Konsentrasi dan varietas yang berinteraksi maupun yang tidak terjadi interaksi terhadap parameter warna kulit buah, aroma, laju pembusukan, tekstur dan kadar air terangkum dalam tabel F-Hitung di bawah ini.

Tabel 2. Rangkuman F-hitung Parameter Pengamatan hasil uji ANOVA

No	Parameter Pengamatan	F-Hitung		
		K	V	KxV
1	Warna Kulit	1,05ns	0,09ns	1,23ns
2	Aroma	1,44ns	0,50ns	0,19ns
3	Laju Pembusukan	9,64**	20,57**	3,79 *
4	Tekstur	10,88**	0,37ns	3,08 *
5	Kadar Air	8,83**	2,01ns	4,82**

Keterangan \*\* berbeda sangat nyata, \* berbeda nyata dan ns tidak berbeda nyata

Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi asap cair dan varietas berpengaruh sangat nyata pada parameter kadar air buah pepaya dan berbeda nyata pada parameter laju pembusukan dan tekstur buah. Sedangkan interaksi antara asap cair dan varietas tidak berpengaruh signifikan terhadap parameter warna kulit dan aroma, demikian pula pengaruh faktor tunggalnya juga tidak nyata terhadap kedua parameter tersebut.

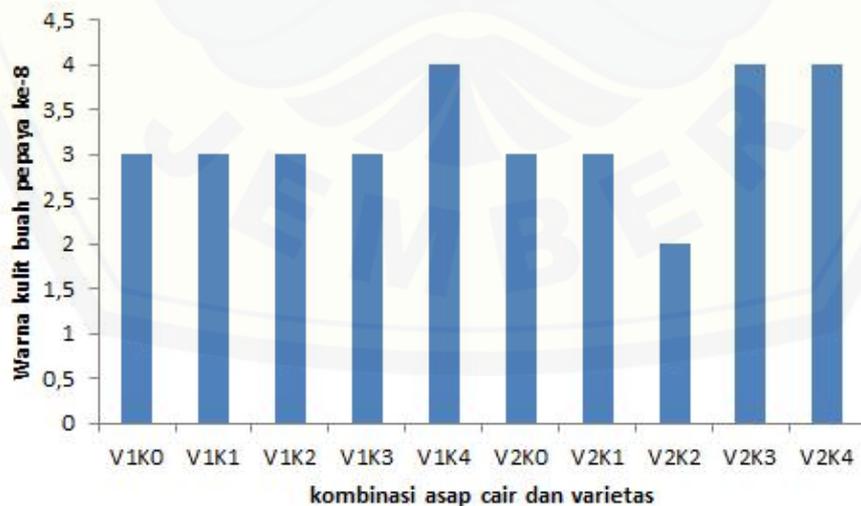
### 4.2 Pembahasan

#### 4.2.1 Warna Kulit

Untuk mengetahui penundaan pemasakan dan pembusukan buah salah satu parameter pengamatan yang dapat dilakukan adalah dengan persentase munculnya warna hijau berubah menjadi kuning, kuning coklat kehitaman sehingga akhirnya warna coklat kehitaman akan mendominasi pada kulit buah pepaya. Pemasakan buah merupakan proses yang sangat kompleks dan terprogram secara genetik yang diawali dengan perubahan warna, tekstur, aroma, dan rasa. Selama proses pemasakan buah, kandungan asam berkurang dan kandungan gula meningkat menyebabkan terjadinya kenaikan respirasi mendadak yang disebut klimakterik.

Aktivitas respirasi yang sangat tinggi menjadi pemacu biosintesis etilen yang berperan dalam pemasakan buah. Etilen diperlukan untuk koordinasi dan penyempurnaan pemasakan buah. Perubahan biokimiawi dan fisiologi tersebut terjadi pada tahap akhir dari perkembangan buah (Sinay, 2008).

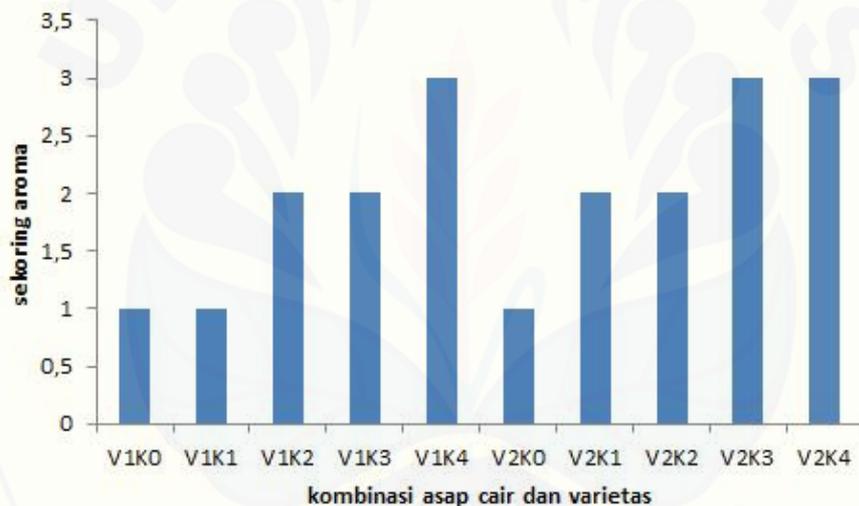
Hasil pengamatan warna kulit buah pepaya pada masing-masing perlakuan V1K0, V1K1, V1K2, V1K3, V2K0 dan V2K1 menunjukkan perubahan warna hijau berubah menjadi kuning muncul pada pengamatan ke-3 sebesar 70-90%. Pada perlakuan V2K2 menunjukkan warna hijau berubah kuning muncul pada pengamatan ke-2 yaitu sebesar 70-90%. Perlakuan V1K4, V2K3 dan V2K4 menunjukkan warna hijau berubah kuning muncul pada pengamatan ke -4 yaitu sebesar 70-90% (Tabel 3). Perlakuan V2K2 cenderung tidak tahan menghambat pembusukan buah pepaya karena lebih cepat mengalami proses respirasi yang diidentifikasi dengan berubahnya warna hijau menjadi kuning lebih cepat dari pada kombinasi perlakuan yang lain. Kombinasi perlakuan V1K4, V2K3 dan V2K4 cenderung lebih lama proses penyimpanannya dan lebih tahan busuk diidentifikasi dengan warna hijau berubah kuning pada pengamatan ke 4. Pepaya california lebih tahan busuk dengan konsentrasi asap cair 20%. Sedangkan pada pepaya thailand lebih mudah dan tidak tahan busuk, respon asap cair yang lebih efektif sebesar 20%.



Tabel 3. Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap warna kulit buah dari hijau berubah menjadi kuning.

#### 4.2.2 Aroma

Pengamatan aroma pada kombinasi perlakuan V1K0, V1K1 dan V2K0 menghasilkan aroma yang tidak menyengat. Kombinasi perlakuan V1K2, V1K3, V2K1 dan V2K2 menghasilkan aroma agak menyengat. Kombinasi perlakuan V1K4, V2K3 dan V2K4 pada pengamatan ketiga menghasilkan aroma yang menyengat (Tabel 4). Adanya aroma pada perlakuan ini disebabkan karena kandungan senyawa fenol dari asap cair itu sendiri yang memiliki aroma yang sangat kuat. Aroma yang semakin menyengat akibat dari pemberian konsentrasi asap cair akan berpengaruh terhadap pembusukan buah pepaya. Semakin menyengat roma tersebut karena konsentrasi asap cair maka akan semakin lama masa penyimpanan buah tersebut.



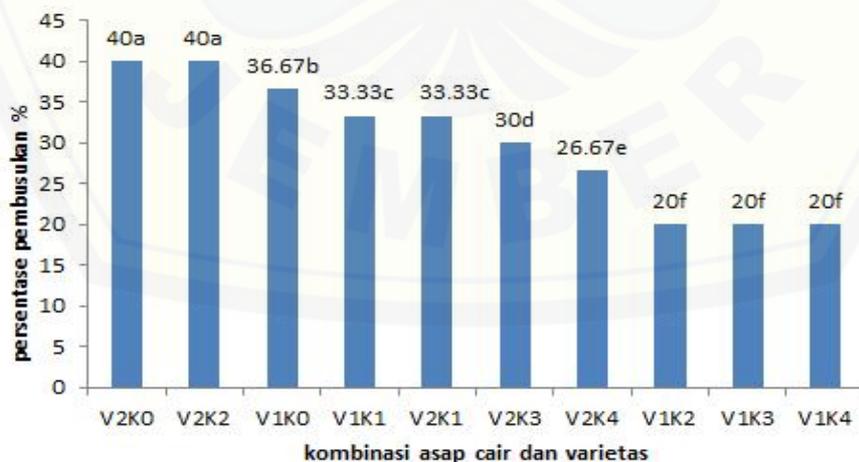
Tabel 4. Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap aroma

Timbulnya aroma yang khas pada buah-buahan disebabkan terbentuknya senyawa kompleks dari senyawa yang mudah menguap dan beberapa minyak esensial yang ada. Di samping timbulnya aroma terbentuk juga gula selama pemasakan buah. Bertambahnya senyawa mudah menguap pada saat pemasakan buah sangat erat hubungannya dengan pembentukan aroma buah (Stover, 1987). Aroma berperan sangat penting dalam menentukan kualitas dan mutu produk pertanian terutama pada produk buah-buahan. Jika aroma yang di hasilkan dari buah sangat kuat maka buah tersebut akan rusak dan membusuk dengan sangat cepat. Parameter yang dilakukan oleh para konsumen untuk menentukan kualitas

buah dipasar dan untuk membeli serta mengkonsumsi buah pertanian melihat dari warna dan aromanya.

#### 4.2.3 Laju Pembusukan

Parameter laju pembusukan yang dilakukan berdasarkan berubahnya warna kuning menjadi coklat pada permukaan kulit buah pepaya. Kombinasi perlakuan V2K0 dan V2K2 pada pengamatan terakhir yaitu hari ke-8 menghasilkan perubahan warna kuning kecoklatan yang sangat besar yaitu sebesar 40%. Perlakuan tersebut tidak terjadi respon terhadap pemberian konsentrasi asap cair sehingga buah akan mudah membusuk dan tidak tahan lama. Semua perlakuan di amati pada hari terakhir pengamatan yaitu hari ke-8. Kombinasi perlakuan V1K0 warna kuning berubah kecoklatan sebesar 36,67%. Perlakuan V1K1 dan V2K1 warna kuning berubah kecoklatan sebesar 33,33%. Perlakuan V2K3 warna kuning berubah kecoklatan sebesar 30%. Perlakuan V2K4 warna kuning berubah kecoklatan sebesar 26,67%. Perlakuan V1K2, V1K3 dan V1K4 warna kuning berubah kecoklatan sebesar 20% (Tabel 5). Salah satu faktor yang mempengaruhi selera konsumen adalah kualitas buah. Buah pepaya yang berkualitas baik akan berasa manis, tidak lembek, warna daging buah merah segar, dan kulit buah licin atau tidak ada kecacatan fisik seperti layu, terluka, tergores, memar dan terbelah(Asiah, 2002).

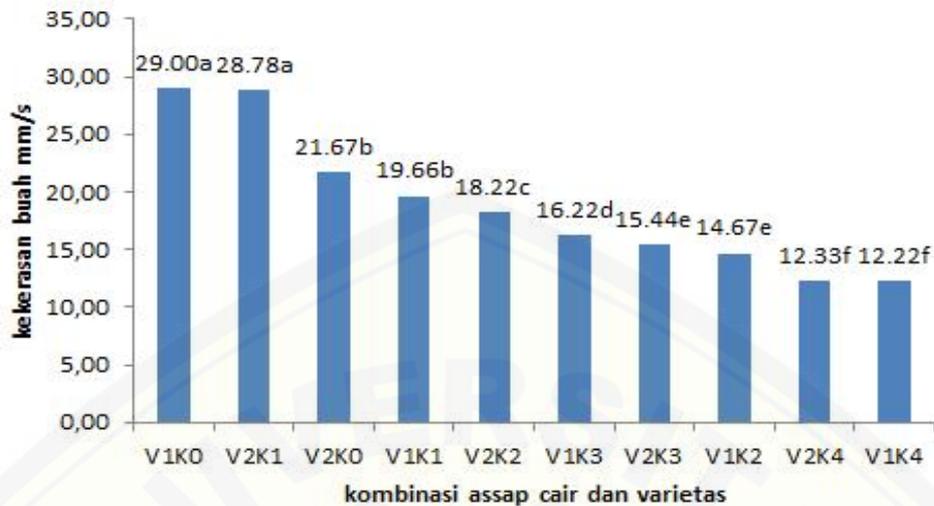


Tabel 5. Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap laju pembusukan

Laju pembusukan yang terjadi sangat cepat karena adanya proses (tindakan) pasca panen yang tidak tepat yang dilakukan oleh para pengusaha buah-buahan yaitu di mulai dari pemanenan, pengumpulan dan pengangkutan yang menyebabkan buah mudah bergesekan dengan buah yang lain atau dengan benda-benda yang bersentuhan langsung dengan buah yang menyebabkan buah tergores dan luka pada permukaan kulit. Dari goresan dan luka yang terdapat pada permukaan kulit buah mempercepat serta mempermudah buah terinfeksi oleh mikro organisme penyebab pembusukan seperti patogen, jamur dan bakteri. Laju pembusukan yang terjadi pada penelitian yang telah dilakukan mempunyai pengaruh yang baik pada kualitas buah papaya. Asap cair yang diaplikasikan pada buah papaya dapat berpengaruh pada laju pembusukan karena adanya senyawa fenol dan asam organik yang bersifat antioksidan yang membuat perkembangan mikro organism dapat ditekan dengan optimal sehingga kualitas dan mutu buah papaya tidak mudah membusuk. Fungusi asap cair adalah sebagai bahan pengawet yang memiliki kandungan senyawa fenol dan asam yang berperan sebagai anti bakteri dan aktioksidan. Zat zat yang ada didalam asap cair berperan sebagai anti mikroba yang perannya semakin meningkat bila kedua senyawa tersebut bersama-sama. (Darmadji, 2002).

#### **4.2.4 Tekstur**

Pada saat pemasakan buah terjadi peningkatan respirasi, produksi etilen serta terjadi akumulasi gula, perombakan klorofil dan senyawa lain sehingga buah menjadi lunak (Quazi dan Freebairn, 1970; Krishnamoorthy, 1981). Dikatakan pula oleh Matto *et al.*, 1975, bahwa pelunakan buah disebabkan juga oleh degradasi protopektin tidak larut menjadi pektin yang larut atau oleh hidrolisis pati dan hidrolisis lemak. Perlakuan V1K0 mempunyai nilai tekstur yang paling tinggi yaitu sebesar 29,00 mm/s, sedangkan pada perlakuan V2K1 mempunyai nilai tekstur sebesar 28,78 mm/s, V2K0 sebesar 21,67 mm/s, V1K1 sebesar 19,66, V2K2 sebesar 18,22 mm/s, V1K3 sebesar 16,22, V2K3 sebesar 15,44 mm/s, V1K2 sebesar 14,67mm/s, V2K4 sebesar 12,33 mm/s dan V1K4 menunjukkan hasil tekstur yang paling rendah sebesar 12,22 mm/s ( Tabel 6).



Tabel 6. Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap tekstur buah

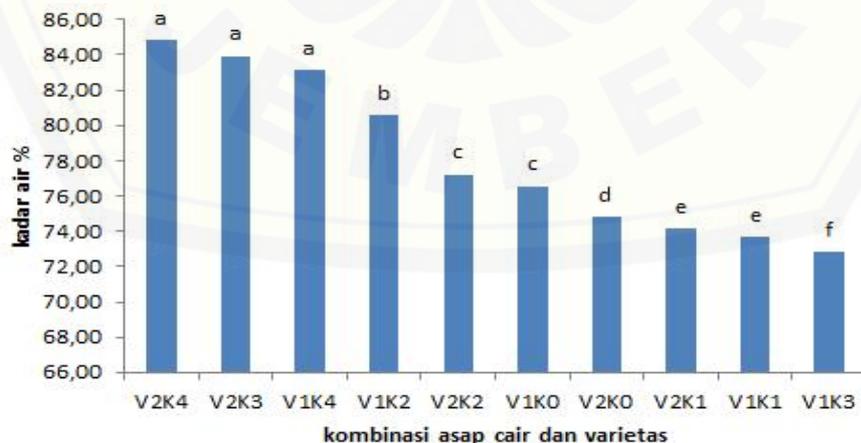
Hasil perlakuan yang mempunyai nilai lebih besar menandakan pada perlakuan tersebut tingkat kekerasan buah atau tekstur buah lembek sehingga akan mempercepat pembusukan buah. Pada nilai pengamatan kombinasi perlakuan yang mempunyai nilai rendah menandakan buah tersebut memiliki tingkat kekerasan yang tinggi dan tidak mudah lembek dan membusuk karena adanya konsentrasi asap cair yang tinggi sehingga serangan dari patogen penyebab pembusukan dapat ditekan semimaksimal mungkin sehingga intensitas serangan patogen dan mikro organisme penyebab pembusukan lebih berkurang, sehingga mutu dan kualitas buah terjaga dengan baik. Konsentrasi asap cair yang di berikan pada buah pepaya berpengaruh terhadap masa simpan buah dan menghambat pembusukan yang berpengaruh dan dapat menghambat pembusukan konsentrasi asap cair sebesar 20%. Faktor varietas berpengaruh terhadap proses pembusukan buah pepaya.

#### 4.2.5 Kadar Air

Aktivitas metabolisme pada buah dan sayuran segar dicirikan dengan adanya proses respirasi. Respirasi menghasilkan panas yang menyebabkan terjadinya peningkatan panas. Sehingga proses kemunduran seperti kehilangan air, pelayuan, dan pertumbuhan mikroorganisme akan semakin meningkat. Mikroorganisme pembusuk akan mendapatkan kondisi pertumbuhannya yang

ideal dengan adanya peningkatan suhu, kelembaban dan siap menginfeksi buah melalui pelukaan-pelukaan yang sudah ada. Selama transportasi ke konsumen, produk buah pascapanen mengalami tekanan fisik, getaran, gesekan pada kondisi dimana suhu dan kelembaban memacu proses pelayuan. Akhirnya produk yang demikian tersebut dipersembahkan di pasar tradisional dan modern ke pada konsumen sebagai produk farm fresh (tidak segar).

Pada produk hasil pertanaan terutama pada buah buahan semakain cepat buah terbut kehilanagn air maka kemunduran atau pembusukan buah akan semakin cepat. Jika kadar air dan laju kehilangan air dapat di kendalikan maka kesegaran dan kualitas buah bisa di pertahankan lebih lama. Pada pengamatan dan perhitungan kadar air menunjukan perlakuan V2K4 mempunyai nilai kadar air yang sangat tinggi yaitu 84,80 persen yang menandakan kualitas dan kesegaran buah pada perlakuan tersebut tinggi dan dapat terkontrol dengan baik. Perlakuan yang memiliki nilai rata-rata kadar air yang sangat rendah yaitu pada perlakuan V1K3 yaitu sebesar 72,80% (Tabel 7) yang menyebabkan buah pada perlakuan tersebut akan sangat mudah rusak dan membusuk, karena proses kehilangan air pada perlakuan tersebut sangat cepat. Konsentrasi asap cair yang berpengaruh sangat nyata dan efektif terhadap penghambat pembusukan pepaya yaitu 20%. Pada perlakuan atau faktor varietas dari varietas california dan varietas thailand yang berpengaruh atau memiliki daya tahan pembusukan yang lebih lama yaitu varietas california.



Tabel 7. Pengaruh kombinasi perlakuan terhadap kadar air buah.

## BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat interaksi antara asap cair dan varietas dalam menghambat proses pembersukan buah pepaya.
2. Kombinasi asap cair yang baik dalam menghambat pembersukan buah pepaya adalah 20% dan varietas thailand lebih tahan busuk dibandingkan varietas california.

### 5.2 Saran

Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan pada komoditas buah yang berbeda dan konsentrasi yang lebih beragam.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Andry, P. P. 2008. *Analisis Pendapatan Usahatani dan Saluran Pemasaran Pepaya California* (Kasus: desa Cimande dan desa Lemahduhur, kecamatan Caringin, kabupaten Bogor, Jawa Barat). Fakultas pertanian IPB. Bogor.
- Ardina, Y. 2007. *Development of Antiacne Gel Formulation and Minimum Inhibitory Concentration Determination From Carica Papaya Leaves Extract (Carica papaya L.)*. <http://digilib.itb.ac.id/gdl.php>. 23 Agustus 2012.
- Anneahira. 2014. [www.annaeahira.com/papaya-thailand.htm](http://www.annaeahira.com/papaya-thailand.htm). diakses 28 april 2014.
- Asiah, S. 2002. Pengkajian Umur Petik dan Kualitas Empat Varietas Pepaya (Carica pepaya L.). Skripsi. Fakultas Pertanian. IPB, Bogor.
- Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Jawa Tengah. 2012. *Budidaya Pepaya California*. Jawa Tengah.
- BPS. 2010. <http://www.bps.go.id>. Tanggal akses 12 Januari 2014.
- Braun, A.G., W.F. Busby, J. Jackman, P.A. Halpin and W.G. Thilly. 1987 Commercial hickory- smoke flavouring is a human lymphoblast mutagen but does not induce lung adenomas in newborn mice. *Food Chem Toxicol* 25: 331-335.
- Bambang, S, P. 2002. *Infiltrasi Poliamina Menghambat Pemasakan Buah Pisang Cavendish*. Vol. 9, No. 1.
- Calin, F., Nguyen-the, C., Hilbert, G., & Chambroy, Y. 1990. Modified atmospheres packaging of fresh “ready to use” grated carrots in polymeric film. *Journal of Food Science*, 55 : 1033–1038.
- Darmaji, P, 2002. Optimasi Pemurnian Asap cair dengan Metode Redistilasi. *Teknologi dan Industri Pangan* 13(3): 1-53.
- Fatih, H. 2012. *Analisa Asam Amino Pada Buah Pepaya dengan Spektrofotometer*. Undip. Semarang.
- George, R. M., 1993. Freezing processes used in the food industry. *Trends in Food Science and Technology* 4 (5) :134–138.

- Girard, J.P. 1992. *Technologt of Meat and Meat Products*. Ellis Horwood. New York.
- Gorbatov V.M., N.N. Krylova, V.P. Volovinskaya, Yu. N. Lyaskovskaya, K.L. Bazarova, R.I Khlamova and G. Yayakovleva. 1971. Liquid Smoke for Use In Cured Meats. *Food Technologi* 25 (1): 71-77.
- Guiilen, M.D. , M.J. Manzanos and M.L. Ibargoi t ia. 2001. Carbohydrate and nitrogenated compounds in liquid smoke flavorings. *J Agric Food Chem*. 49:2395-2403.
- Karseno, P. Darmadji dan K. Rahayu. 2002. Daya hambat asap cair kayu karet terhadap bakteri pengkontaminan lateks dan ribbed smoke sheet. *Agritech* 21(1):10-15.
- Kays, S.J. 1991. *Postharvest Physiology of Perishable Plant Products*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Kazerouni, N., R. Sinha, C.H. Hsu, A. Greenberg and N. Rothman. 2001. Analysis of 200 food items foe benzo[a]pyrene and estimation of its intake in an epidemiologic study. *Food and Chem Toxicol* 39: 423-436.
- Krishnamoorthy H. N., 1981. *Plant Growth Substances*, Tata Mc Grow Hill Publishing Company Timited, New Delhi.
- Matto A. K., T. Murata, Er. B. Pantastico, K. Chachin, K. Ogata, C . T. Phon, 1975. Chemica Changes During Ripening and senescence, in Er. B. Pantastico (ed) Post Harvest Physiology Handling and utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. The Avi Publishing Company inc, Connecticut : 103-127.
- Made, I. S. 2001. *Penanganan Pascapanen buah dan Sayuran Segari*. Dinas Pertanian Tanaman Pangan Provinsi Bali. Universitas Udayana. Bali.
- Maga. Y.A. 1987. Smoke in Food Processing. *CSRC Press Inc Boca Raton Florida*. 1(3): 113-138.
- Markham, K. R. 1988. Cara Mengidentifikasi Flavonoid. Kosasih Padmawinata (Penerjemah). ITB. Bandung. Hal. 23-47.
- Pszczola, D.E., 1995. *Tour Highlights Production and Users of Smoke Based Flavours*. *Food Technology*, 49 (1): 70-74.
- Putnam, K.P., D.W. Bombick, J.T. Avalos and D.J. Doolittle. 1999. Comparison of the cytotoxic and mutagenic potential of liquid smoke food

- flavourings, cigarette smoke condensate and wood smoke condensate. *Food Chem Toxicol.* 37:1113-1118.
- Quazi M. H. and H. T. Freebairn, 1970. The Influence of Ethylene, Oxygen and Carbon Dioxide on the Ripening of Banana. *Bot. Gaz.* 131:5-14.
- Rukmana, R. 1995. *Pepaya Budidaya dan Pasca Panen*. Kanisius. Yogyakarta.
- Sari, D. A., Hadiyanto. *Teknologi dan Metode Penyimpanan Makanan Sebagai Upaya Memperpanjang Shelf & Life*. Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Santoso. 2006. *Tehnologi Pengawetan Bahan Segar*. Fakultas Pertanian. UWIGA Malang.
- Sinay, H. 2008. *Kontrol Pemasakan Buah Tomat Menggunakan RNA Antisesne*. UGM Press. Yogyakarta.
- Smith, P.G. 2011. Introduction to food process engineering, Food Science Text Series (Chapter 11), second ed., Springer Science + Business)Media, LLC, New York, USA: 275J296.
- Soedarya, A.P. 2009. *Agribisnis Pepaya*. Pustaka Grafika. Bandung.
- Soldera, S., N. Sebastianut to and R. Bortolomeazzi. 2008. Composition of phenolic compounds and antioxidant activity of commercial aqueous smoke flavorings. *J Agric Food Chem* 56: 2727–2734.
- Stolyhwo, A. and Z.E. Sikorski . 2005. Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish- a critical review. *Food Chem* 91: 303-311.
- Stover, R.H. and N.W. Simmons. (1987). *Bananas* 3rd, Longmans Group, U.K. Ltd. Singapore.
- Suhaidi, I. 2003. *Pengaruh Pencelupan Banlate dan Pelapisan Lilin Terhadap Mutu Buah Pisang Barangan Selama Penyimpanan (Skripsi)*. Fakultas Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Sukadana, I. M., Santi, S. R., dan Juliarti, N. K. 2008. Aktivitas Antibakteri Senyawa Golongan Triterpenoid dari Biji Pepaya (*Carica papaya L.*). *Jurnal Kimia*, 2 (1) : 15-18.
- Tranggono. 1996. Identifikasi asap cair dari berbagai jenis kayu dan tempurung kelapa. *ilmu dan teknologi pangan* 1(2): 145-150.

Warisno. 2003. *Budidaya Pepaya*. Penerbit Kanisius (anggota IKAPI). Yogyakarta.

Wastono. 2006. *Kajian Sistem Produksi Destilat Asap Tempurung Kelapa dan Aplikasinya sebagai Disinfektan untuk Memperpanjang Masa Simpan Buah Pisang*. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Zaitsev, I., I. Kizeveter, L. Lacunov, T. Makarova, L. Mineer, dan V. Podsevalor. 1969. *Fish Curing and Processing*. Mir Publishers. Moscow.



## Lampiran 1 Foto Penelitian



Lampiran 2. Perhitungna data analiis dan uji lanjut Duncan

1. Warna kulit

perlakuan	UL1	UL2	UL3	jumlah	rerata	stadev	standrt eror
V1K0	3	4	4	11	3,67	0,58	0,11
V1K1	2	4	2	8	2,67	1,15	0,21
V1K2	3	3	3	9	3,00	0,00	0,00
V1K3	3	4	3	10	3,33	0,58	0,11
V1K4	3	3	3	9	3,00	0,00	0,00
V2K0	3	3	4	10	3,33	0,58	0,11
V2K1	3	4	3	10	3,33	0,58	0,11
V2K2	3	3	4	10	3,33	0,58	0,11
V2K3	3	3	2	8	2,67	0,58	0,11
V2K4	3	3	2	8	2,67	0,58	0,11
jumlah				93			

	K0	K1	K2	K3	K4	jumlah
V1	11	8	9	10	9	47
V2	10	10	10	8	8	46
jumlah	21	18	19	18	17	

FK 288.3  
 JKT 10.7  
 JKP 3.36667  
 JKE 7.33333

JKV 0.03333  
 JKK 1.53333  
 VK 1.8

ANOVA

SK	db	JK	KT	F- Hitung	F-tabel 5%	F-tabel 1%	
Perlakuan	9	3.36667	0.37407	1.0202	2,39	3,46	ns
V	1	0.03333	0.03333	0.09091	4,35	8,10	ns
K	4	1.53333	0.38333	1.04545	2,87	4,43	ns
VK	4	1.8	0.45	1.22727	2,87	4,43	ns
Galat	20	7.33333	0.36667				
Total	29	10.7	0.36897				

## 2. Aroma

perlakuan	UL1	UL2	UL3	jumlah	rerata	stadev	standart eror
V1K0	1	1	1	3	1,00	0,00	0,00
V1K1	1	1	2	4	1,33	0,58	0,11
V1K2	1	2	2	5	1,67	0,58	0,11
V1K3	1	2	1	4	1,33	0,58	0,11
V1K4	1	2	1	4	1,33	0,58	0,11
V2K0	1	1	1	3	1,00	0,00	0,00
V2K1	1	2	2	5	1,67	0,58	0,11
V2K2	2	1	2	5	1,67	0,58	0,11
V2K3	1	2	2	5	1,67	0,58	0,11
V2K4	1	1	2	4	1,33	0,58	0,11
jumlah				42			

	K0	K1	K2	K3	K4	jumlah
V1	3	4	5	4	4	20
V2	3	5	5	5	4	22
jumlah	6	9	10	9	8	

FK 58.8

JKT 7.2

JKP 1.86667

JKE 5.33333

JKV 0.13333

JKK 1.53333

VK 0.2

### ANOVA

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-1%	
perlakuan	9	1.86667	0.20741	0.77778	2,39	3,46	ns
v	1	0.13333	0.13333	0.5	4,35	8,10	ns
k	4	1.53333	0.38333	1.4375	2,87	4,43	ns
vk	4	0.2	0.05	0.1875	2,87	4,43	ns
galat	20	5.33333	0.26667				
total	29	7.2	0.24828				

### 3. Laju Pembusukan

perlakuan	UL1	UL2	UL3	jumlah	rerata	stadev	standrt eror
V1K0	40	40	30	110	36.67	5.77	1.05
V1K1	40	30	30	100	33.33	5.77	1.05
V1K2	30	20	10	60	20.00	10.00	1.83
V1K3	20	20	20	60	20.00	0.00	0.00
V1K4	20	20	20	60	20.00	0.00	0.00
V2K0	40	40	40	120	40.00	0.00	0.00
V2K1	30	30	40	100	33.33	5.77	1.05
V2K2	40	40	40	120	40.00	0.00	0.00
V2K3	30	30	30	90	30.00	0.00	0.00
V2K4	30	20	30	80	26.67	5.77	1.05
jumlah				900			

Table dua arah

	K0	K1	K2	K3	K4	jumlah
V1	110	100	60	60	60	390
V2	120	100	120	90	80	510
jumlah	230	200	180	150	140	

FK 27000.00

JKT 2200.00

JKP 1733.33

JKE 466.67

JKV 480.00

JKK 900.00

VK 353.33

#### ANOVA

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F-tabel 5%	F-tabel 1%	
		1733.3					
perlakuan	9	3	192.59	8.25	2.39	3.46	**
v	1	480.00	480.00	20.57	4.35	8.1	**
k	4	900.00	225.00	9.64	2.87	4.43	**
vk	4	353.33	88.33	3.79	2.87	4.43	*
galat	20	466.67	23.33				
		2200.0					
total	29	0	75.86				

KT galat	23.33									
db galat	20									
SD	0.88									
P	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
ssr 5%	2.95	3.10	3.18	3.25	3.30	3.34	3.36	3.38	3.4	
UJD										
VxK	2.60	2.73	2.80	2.87	2.91	2.95	2.96	2.98	3.00	

perlakuan		V2K0	V2K2	V1K0	V1K1	V2K1	V2K3	V2K4	V1K2	V1K3	V1K4	NOTASI
		40,00	40,00	36,67	33,33	33,33	30,00	26,67	20,00	20,00	20,00	
V2K0	40,00	0,00										a
V2K2	40,00	0,00	0,00									a
V1K0	36,67	3,33	3,33	0,00								b
V1K1	33,33	6,67	6,67	3,34	0,00							c
V2K1	33,33	6,67	6,67	3,34	0,00	0,00						c
V2K3	30,00	10,00	10,00	6,67	3,33	3,33	0,00					d
V2K4	26,67	13,33	13,33	10,00	6,66	6,66	3,33	0,00				e
V1K2	20,00	20,00	20,00	16,67	13,33	13,33	10,00	6,67	0,00			f
V1K3	20,00	20,00	20,00	16,67	13,33	13,33	10,00	6,67	0,00	0,00		f
V1K4	20,00	20,00	20,00	16,67	13,33	13,33	10,00	6,67	0,00	0,00	0,00	f

CV = 16,10153

#### 4. Tekstur

perlakuan	UL1	UL2	UL3	jumlah	rerata	stdev	standart eror
V1K0	29	32,33	25,7	87	29,00	3,33	0,61
V1K1	22,33	20,33	16,3	59	19,66	3,06	0,56
V1K2	16	13,33	14,7	44	14,67	1,34	0,24
V1K3	21,67	10,67	16,3	48,7	16,22	5,50	1,00
V1K4	15,67	11,33	9,67	36,7	12,22	3,10	0,57
V2K0	21,67	22,33	21	65	21,67	0,67	0,12
V2K1	33,67	29	23,7	86,3	28,78	5,00	0,91
V2K2	24	16,67	14	54,7	18,22	5,18	0,95
V2K3	24	8,33	14	46,3	15,44	7,93	1,45
V2K4	11,67	12,33	13	37	12,33	0,67	0,12
jumlah				565			

Tabel dua arah

	K0	K1	K2	K3	K4	jumlah
V1	87	58,99	44	48,67	36,67	275,33

V2	65	86,34	54,67	46,33	37	289,34
jumlah	152	145,33	98,67	95	73,67	

FK	10628,41
JKT	1354,46
JKP	998,98
JKE	355,48

JKV	6,54
JKK	773,73
VK	218,70

ANOVA

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F-Tabel 5%	F-Tabel 1%	
perlakuan	9	998,98	111,00	6,24	2,39	3,46	**
v	1	6,54	6,54	0,37	4,35	8,1	*
k	4	773,73	193,43	10,88	2,87	4,43	**
vk	4	218,70	54,67	3,08	2,87	4,43	*
galat	20	355,48	17,77				
total	29	1354,46	46,71				

KT galat	17,77
db galat	20
SD	0,769722

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ssr 5%	2,95	3,10	3,18	3,25	3,30	3,34	3,36	3,38	3,4
UJD VxK	2,27	2,39	2,45	2,50	2,54	2,57	2,59	2,60	2,62

perlakuan	V1K0	V2K1	V2K0	V1K1	V2K2	V1K3	V2K3	V1K2	V2K4	V1K4	notasi	
	29,00	28,78	21,67	19,66	18,22	16,22	15,44	14,67	12,33	12,22		
V1K0	29,00	0,00									a	
V2K1	28,78	0,22	0,00								a	
V2K0	21,67	7,33	7,11	0,00							b	
V1K1	19,66	9,34	9,12	2,01	0,00						b	
V2K2	18,22	10,78	10,56	3,45	1,44	0,00					c	
V1K3	16,22	12,78	12,56	5,45	3,44	2,00	0,00				d	
V2K3	15,44	13,56	13,34	6,23	4,22	2,78	0,78	0,00			e	
V1K2	14,67	14,33	14,11	7,00	4,99	3,55	1,55	0,77	0,00		e	
V2K4	12,33	16,67	16,45	9,34	7,33	5,89	3,89	3,11	2,34	0,00	f	
V1K4	12,22	16,78	16,56	9,45	7,44	6,00	4,00	3,22	2,45	0,11	0,00	f

CV = 22,39

## 5. Kadar Air

perlakuan	UL	UL2	UL3	jumlah	rerata	stdev	standart eror
V1K0	77.50	76.2	76	229.70	76,57	0,81	0,15
V1K1	73.3	79.2	69	221.00	73,67	5,36	0,98
V1K2	80.2	82.4	79	241.73	80,58	1,67	0,30
V1K3	69.7	72.2	77	218.40	72,80	3,44	0,63
V1K4	82.17	83.1	84	249.48	83,16	1,02	0,19
V2K0	76.4	78.1	70	224.39	74,80	4,33	0,79
V2K1	72.5	78.7	71	222.50	74,17	3,97	0,73
V2K2	78.1	73.2	80	231.70	77,23	3,68	0,67
V2K3	81.7	84.6	86	251.81	83,94	1,99	0,36
V2K4	86.49	84.6	83	254.41	84,80	1,60	0,29
jumlah				2345.12			

### Table dua arah

	K0	K1	K2	K3	K4	jumlah
V1	229.7	221	241.73	218.4	249.48	1160.31
V2	224.39	222.5	231.7	251.81	254.41	1184.81
jumlah	454.09	443.5	473.43	470.21	503.89	

FK 183320

JKT 763.04

JKP 563.756

JKE 199.29

JKV 20.0083  
 JKK 351.826  
 VK 191.922

## ANOVA

SK	db	JK	KT	F-Hitung	F-tabel 5%	F-tabel 1%	
perlakuan	9	563,76	62,64	6,29	2,39	3,46	**
v	1	20,01	20,01	2,01	4,35	8,1	ns
k	4	351,83	87,96	8,83	2,87	4,43	**
vk	4	191,92	47,98	4,82	2,87	4,43	**
galat	20	199,29	9,96				
total	29	763,04	26,31				

KTgalat 9,96  
 db galat 20  
 SD 0,57632

P	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ssr 5%	2,95	3,10	3,18	3,25	3,30	3,34	3,36	3,38	3,4
UJDVxK	1,70	1,79	1,83	1,87	1,90	1,92	1,94	1,95	1,96

perlakuan	V2K4	V2K3	V1K4	V1K2	V2K2	V1K0	V2K0	V2K1	V1K1	V1K3	notasi	
	84,80	83,94	83,16	80,58	77,23	76,57	74,80	74,17	73,67	72,80		
V2K4	84,80	0,00									a	
V2K3	83,94	0,87	0,00								a	
V1K4	83,16	1,64	0,78	0,00							a	
V1K2	80,58	4,23	3,36	2,58	0,00						b	
V2K2	77,23	7,57	6,70	5,93	3,34	0,00					c	
V1K0	76,57	8,24	7,37	6,59	4,01	0,67	0,00				c	
V2K0	74,80	10,01	9,14	8,36	5,78	2,44	1,77	0,00			d	
V2K1	74,17	10,64	9,77	8,99	6,41	3,07	2,40	0,63	0,00		e	
V1K1	73,67	11,14	10,27	9,49	6,91	3,57	2,90	1,13	0,50	0,00	e	
V1K3	72,80	12,00	11,14	10,36	7,78	4,43	3,77	2,00	1,37	0,87	0,00	f