

1. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Pepaya (*Carica papaya* L.)

1. Klasifikasi

Dalam klasifikasi botani, pepaya diklasifikasikan dalam kingdom Plantae; divisi Magnoliophyta; kelas Magnoliopsida; ordo Violales; famili Caricaceae; genus *Carica*; spesies *Carica papaya* L. (Suprpti, 2005).

2. Morfologi

Pepaya tumbuh tegak, berbatang tunggal, dan bertajuk rimbun. Tanaman ini termasuk perdu dengan perakaran kuat dan tidak memiliki percabangan. Daun tersusun spiral menutupi ujung pohon. Bentuk dan susunan fisik pepaya tergolong tanaman buah-buahan semusim, tetapi dapat tumbuh setahun atau lebih (Suprpti, 2005). Pepaya mengandung enzim papain, alkaloid karpaina, pseudo karpaina, glikosid, karposid, saponin, beta karotene, pectin, d-galaktosa, l-arabinosa, papain, papayotimin papain, vitokinose, glucoside cacirin, karpain, kitinase, kemokapain, lisosim, lipase, glutamin, dan siklotransferase (Prihatman, 2000). Batang berongga, tidak bercabang, dan tingginya dapat mencapai 10 meter. daun tunggal, berukuran besar, dan menjari. Tangkai daun panjang dan berongga. Bunganya terdiri dari tiga jenis yaitu bunga jantan, bunga betina dan bunga sempurna. Bentuk buah bulat sampai lonjong. Batang, daun dan buahnya mengandung getah yang memiliki daya enzimatis yang berfungsi sebagai pemecah protein. Pertumbuhan pepaya termasuk cepat karena antara 10-12 bulan setelah tanam buahnya telah dapat dipanen (Kalie, 1996).

Tanaman pepaya memiliki sistem perakaran tunggang dan akar cabang yang tumbuh mendatar ke semua arah pada kedalaman 1 meter atau lebih dan menyebar sekitar 60-150 cm atau lebih dari pusat batang. Batang tanaman pepaya berbentuk bulat lurus, berbuku-buku, berongga di bagian tengahnya, dan tidak berkayu. Daun pepaya bertulang menjalar dengan warna hijau tua pada bagian atasnya dan hijau muda pada bagian bawahnya (Suprpti, 2005).



Gambar 1. Tanaman pepaya (Anonim, 2015).

1.2 Busuk Buah (*Gloeosporium* sp.)

1. Klasifikasi

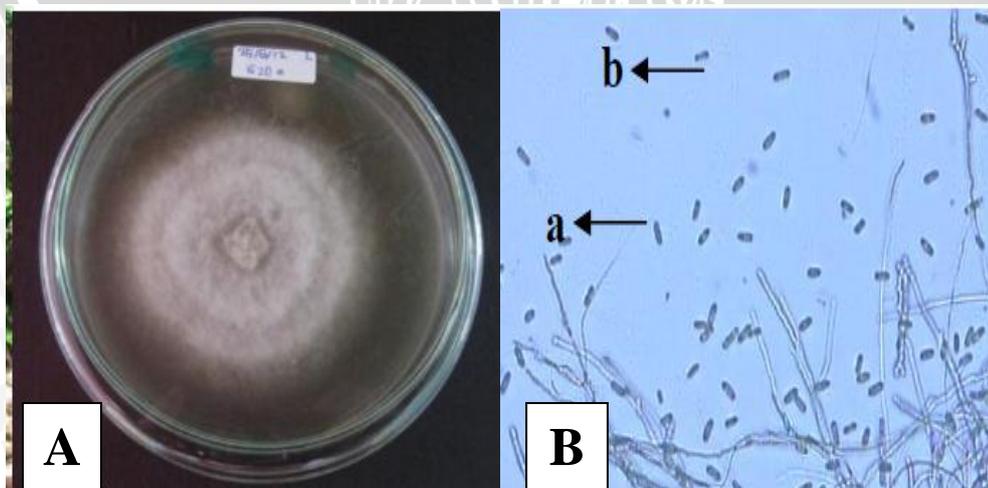
Jamur *Gloeosporium* sp. adalah salah satu jamur patogen tanaman yang di klasifikasikan ke dalam kingdom Mycetae; divisi Eumycophyta; kelas Deuteromycetes; ordo Melanconiales; famili Melanconiaceae; genus *Gloeosporium*; spesies *Gloeosporium* sp. (Sastrahidayat, 2011).

2. Morfologi

Jamur *Gloeosporium* sp. umumnya mempunyai konidium hialin berbentuk silinder dengan ujung-ujung tumpul, kadang-kadang berbentuk agak jorong dengan ujung agak membulat dengan pangkal yang agak sempit terpancung, tidak bersekat, berinti satu, panjang $9 - 24 \times 3 - 6 \mu\text{m}$, terbentuk pada konidiofor seperti fialid berbentuk silinder, hialin berwarna agak kecoklatan (Semangun, 2000). Konidiofor yang pendek dan beregresi (berkumpul) pada permukaan yang tipis dari perenkhimoid dan stroma (satu aservulus). Konidia dibentuk dalam aservulus (Djas, 1980). Konidia terbentuk tunggal pada ujung-ujung konidiofor, konidiofor pendek, tidak berwarna, tidak bercabang, tidak bersekat. Sering ditemukan pada aservuli dari jamur *Gloeosporium* sp., tetapi tidak tetap tergantung kondisi tempat

tumbuhnya (Alexopolus dan Mims, 1996). Aservuli tersusun di bawah epidermis tumbuhan inang. Epidermis pecah apabila konidia telah dewasa. Konidia keluar sebagai percikan berwarna putih, kuning, jingga, hitam atau warna lain sesuai pigmen yang dikandung konidia. *Gloeosporium* dan *Colletotrichum*, keduanya mempunyai konidia hialin yang memanjang dengan penyempitan di bagian tengah (Dwidjoseputro, 2005). *Gloeosporium* sp. termasuk parasit fakultatif, termasuk ke dalam ordo melanconiales, jamur ini memproduksi hialin, konidia bersel satu, berbentuk oval memanjang, bergaris ramping, panjang 10-15 μm dan lebar 5-7 μm . Massa spora berwarna merah jambu atau warna salmon. Aservuli dapat menyerang kulit dan jaringan tanaman, konidioformya tegak, pendek dan tidak bersekat. Koloni jamur pada medium Agar Dextrose kentang berwarna kelabu sampai merah jingga. Miselium bersekat dan konidia berbentuk lonjong, bening dan terdiri dari satu atau dua sel (Pawirosoemardjo *et al.*, 1998).

Terdapat keragaman genetik dalam satu spesies patogen yaitu perbedaan ras-ras patogen yang serangannya terbatas pada varietas tertentu dari satu species inang. Dalam satu spesies patogen, terdapat ras-ras fisiologis yang secara morfologis tidak dapat dibedakan, tetapi berbeda kemampuannya dalam menginfeksi kelompok-kelompok varietas inang yang berbeda, hal ini membantu menjelaskan mengapa varietas yang tahan pada suatu daerah geografis tertentu menjadi rentan pada daerah geografis lain. Ketahanan berubah dari tahun ketahun dan varietas tahan dengan tiba-tiba bisa menjadi rentan, hal ini berhubungan dengan ras fisiologis yang berbeda-beda (Agrios, 1996).



Gambar 2. Morfologi jamur *Gloeosporium* sp. a) Makroskopis pada media potato dextrose agar (PDA). b) Mikroskopis (Afriyeni, 2013).

3. Gejala Serangan

Gejala serangan pada buah di kebun maupun di gudang panen mula-mula timbul bercak kecil kehijau-hijauan, mebusuk, berbentuk bulat, selanjutnya bercak berubah menjadi coklat dan terdapat bintik-bintik berwarna hitam. Pada akhirnya warna buah menjadi orange (Semangun, 2007).

Penyakit busuk yang disebabkan jamur *Gloeosporium* sp sering dijumpai pada kondisi buah yang sudah matang. Gejala awal yang terlihat adalah timbulnya bercak dan pada bagian tengah bercak terdapat spora jamur berwarna kuning sampai kuning kecoklatan. Pada buah yang sudah terkena serangan parah, bercak semakin tersebar, terjadi busuk kering dan terdapat miselium jamur berwarna kuning kecoklatan pada bagian bercak. Penyakit ini diduga disebabkan oleh jamur *Gloeosporium fructiganum* (Semangun, 1994).

Pada lapisan buah di bawah kulit terdapat bagian yang warnanya berubah menjadi coklat muda. Bagian yang menjadi coklat muda tersebut akan melebar dan pusatnya mengendap, sehingga mirip dengan kerucut. Di bawah kutikula terjadi titik-titik hitam yang terdiri dari aservulus jamur yang kemudian menembus katikula. Pada cuaca yang lembab, aservulus menghasilkan banyak konidium yang menyerupai massa yang lengket berwarna merah jambu (Semangun, 1994).

Patogen menyebabkan penyakit pada tumbuhan dengan cara melemahkan inang dengan cara menyerap makanan secara terus menerus dari sel inang untuk kebutuhannya, menghentikan atau mengganggu metabolisme sel inang dengan toxin, enzim atau zat pengatur tumbuh yang disekresikannya, menghambat transportasi makanan, hara mineral, dan air melalui jaringan pengangkut dan mengkonsumsi kandungan sel inang setelah terjadi kontak (Agrios,1996). Dalam kombinasi inang patogen, patogen (biasanya jamur) dapat memproduksi toksin spesifik - inang yaitu toksin yang bertanggungjawab terjadinya gejala, dan diduga bereaksi terhadap reseptor spesifik atau sisi sensitif dalam sel inang. Hanya tanaman yang mempunyai reseptor sensitif atau sisi sensitif semacam ini yang akan menjadi sakit. Spesies atau varietas tanaman yang tidak mempunyai reseptor ini atau tidak mempunyai sisi sensitif semacam ini akan tetap tahan terhadap toksin dan tidak akan terjadi gejala (Abadi, 2003). Jamur *Gloeosporium* sp.

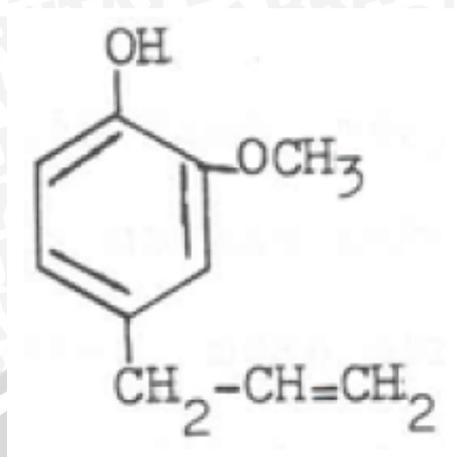
merupakan parasite lemah yang dapat menginfeksi dan berkembang pada jaringan yang telah lemah khususnya pada proses penuaan. Jamur ini tidak dapat berkembang pada keadaan laten, dan baru berkembang saat buah sudah matang (Semangun, 1989).

1.3 Minyak Cengkeh

Tanaman cengkeh memiliki kandungan minyak atsiri dengan jumlah yang cukup besar, baik dalam, bunga (10-20%), tangkai (5-10%) maupun daun (1-4%) (Nurdjannah, 2004). Minyak atsiri dari tanaman cengkeh dibagi menjadi 3 bagian berdasarkan sumbernya, yaitu minyak daun cengkeh (*clove leave oil*), minyak tangkai cengkeh (*clove stem oil*), minyak bunga cengkeh (*clove bud oil*). Minyak daun cengkeh merupakan salah satu minyak atsiri yang cukup banyak dihasilkan di Indonesia dengan cara penyulingan. Minyak daun cengkeh berupa cairan berwarna bening sampai kekuning-kuningan, mempunyai rasa yang pedas, dan berbau aroma cengkeh. Warnanya akan berubah menjadi coklat atau berwarna ungu jika terjadi kontak dengan besi atau akibat penyimpanan (Zulchi dan Nurul, 2006).

Tanaman cengkeh diketahui sebagai salah satu penghasil senyawa metabolik sekunder yang dapat berfungsi sebagai pestisida nabati dengan bahan aktif eugenol. Penggunaan senyawa eugenol yang terdapat dalam daun, gagang, dan bunga telah banyak dilaporkan efektif untuk mengendalikan beberapa patogen penyebab penyakit. Kandungan eugenol dalam tanaman cengkeh mencapai 90% (Guenther, 1990). Metabolit cengkeh yang paling banyak adalah eugenol, eugenol asetat, dan kariofilen. Senyawa-senyawa tersebut mempunyai sifat sebagai antibakteri dan antijamur (Zulchi dan Nurul, 2006).

Eugenol (C₁₀H₁₂O₂), merupakan turunan guaiakol yang mendapat tambahan rantai alil, dikenal dengan nama IUPAC 2-metoksi-4-(2-propenil) fenol. Eugenol dapat dikelompokkan dalam keluarga alilbenzena dari senyawa-senyawa fenol. Berat molekul 164,20 dan titik didih 250 -255°C. Warnanya bening hingga kuning pucat, kental seperti minyak. Eugenol sedikit larut dalam air namun mudah larut pada pelarut organik (alkohol, eter dan kloroform).



Gambar 3. Rumus bangun eugenol (Bulan, 2004).

Berdasarkan referensi didapatkan informasi bahwa pengujian tepung cengkeh yang berasal dari serasah daun cengkeh, masih mengandung minyak dan komponen minyaknya seperti eugenol, eugenol asetat dan β -caryophyllene berpengaruh terhadap pertumbuhan jamur patogen (Manohara *et al.*, 1993).

Senyawa-senyawa dalam tanaman cengkeh berperan aktif dalam menghambat pertumbuhan mikroorganisme seperti senyawa eugenol dan eugenol asetat. Eugenol berperan aktif dalam menghambat pertumbuhan koloni, sporulasi, pigmentasi dan pertumbuhan spora abnormal dari *Phyllosticta* sp. (Hartati, 2013), selain itu pestisida nabati dari serasah daun cengkeh kering yang telah dihancurkan menjadi serbuk dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit busuk buah, batang vanili yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum*. Senyawa yang lain seperti eugenol-isoegenol yang terdapat pada daun cengkeh bersifat fungitoksik terhadap *Hemileia vastatrix* (Sumardiyono dan Agung, 1995). Interval aplikasi yang singkat dan konsentrasi yang tinggi akan lebih efektif dalam mengendalikan patogen penyebab penyakit. Bahan baku pestisida nabati yang mengandung bahan aktif eugenol diantaranya daun salam dan daun sirih.

1.4 Minyak Kemangi

Kemangi merupakan tanaman semak semusin yang mengandung minyak atsiri. Berdasarkan penelitian pada genus *Ocimum*, kemangi mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tannin, saponin, triterpenoid, dan minyak atsiri (Ketaren, 1985).

Beberapa bahan kimia yang terkandung pada seluruh bagian tanaman kemangi diantaranya adalah 1,8 sineol, anthol, apigenin, stigmaasterol, triptofan, tannin, sterol, dan boron, sedangkan pada daunnya penelitian fitokimia telah membuktikan adanya flavonoid, glikosid, asam gallic dan esternya, asam caffeic, dan minyak atsiri yang mengandung eugenol sekitar 70,5% sebagai komponen utama, osimen, pinen, linalool, sineol, geraniol, metil kavikol, metil sitramat, sitral, kamfor, timol, benzoil, sitronela, lionen (Kusuma, 2010). Menurut Hariana (2008), daun kemangi mengandung tannin (4,6%), flavonoid, steroid/triterpenoid, minyak atsiri (2%), asam heksauronat, pentosa, xilosa, asam metil homoanisat, molludistin, dan asam ursolat.

Dalam penelitian Safitri (2015) menjelaskan bahwa ekstrak duan kemangi dapat menghambat perkecambahan jamur *Pakophsora pachyrizi* penyebab penyakit karat pada tanaman kedelai. Pemanfaatan eugenol sebagai fungisida juga mampu menekan serangan jamur patogen tanaman diantaranya *Phytophthora palmivora* pada tanaman lada, *Fusarium oxysporum* pada vanili, *Drechslera maydis* pada tanaman jagung (Towaha, 2012). Bahan baku pestisida nabati lain yang mengandung bahan aktif eugenol misalnya daun selasih.

1.5 Cara Pembuatan Minyak Atsiri

1. Penyulingan (Destilasi)

Proses pemisahan komponen yang berupa cairan atau padatan dari 2 macam campuran atau lebih berdasarkan perbedaan titik uapnya, dan proses ini dilakukan terhadap minyak atsiri yang tidak larut dalam air. Dalam perkembangan pengolahan minyak atsiri telah dikenal 3 macam sistim penyulingan diantaranya:

1. Penyulingan dengan Air (Water distillation)

Penyulingan dengan air merupakan metode paling sederhana jika dibandingkan dua metode penyulingan yang lain. Bahan yang akan disuling dimasukkan dalam ketel yang telah diisi air sehingga bahan bercampur langsung dengan air. Perbandingan jumlah air perebus dan bahan baku dibuat berimbang, sesuai dengan kapasitas ketel. Bahan yang telah mengalami proses pendahuluan seperti perajangan dan pelayuan dimasukkan dan dipadatkan. Selanjutnya, ketel ditutup rapat agar tidak terdapat celah yang mengakibatkan uap keluar.

Uap yang dihasilkan dari perebusan air dan bahan dialirkan melalui pipa pendingin sehingga terjadi pengembunan (kondensasi). Selanjutnya air dan minyak ditampung dalam tangki pemisah. Pemisahan air dan minyak dilakukan berdasarkan perbedaan berat jenis (Wonorahardjo, 2013).

2. Penyulingan dengan Air dan Uap (Water and Steam Distillation)

Metode ini disebut juga dengan sistem kukus. Pada metode pengukusan, bahan diletakkan di atas piringan atau plat besi berlubang seperti ayakan yang terletak beberapa sentimeter di atas permukaan air. Saat air direbus dan mendidih, uap yang terbentuk akan melalui sarangan lewat lubang-lubang kecil dan melewati celah-celah bahan. Minyak atsiri dalam bahan pun akan ikut bersama uap panas tersebut melalui pipa menuju ketel kondensator (pendingin). Selanjutnya, uap air dan minyak akan mengembun dan ditampung dalam tangki pemisah. Pemisahan air dan minyak atsiri dilakukan berdasarkan berat jenis (Rusli, 2010).

3. Penyulingan dengan Uap

Pada sistem ini, air sebagai sumber uap panas terdapat dalam “*boiler*” yang letaknya terpisah dari ketel penyulingan. Uap yang dihasilkan mempunyai tekanan lebih tinggi dari tekanan udara luar. Proses penyulingan dengan uap ini baik jika digunakan untuk menyuling bahan baku minyak atsiri berupa kayu, kulit batang, maupun biji-bijian yang relative keras (Wonorahardjo, 2013).

2. Ekstraksi dengan Pelarut Mudah Menguap

Prinsip dari ekstraksi ini adalah melarutkan minyak atsiri dalam bahan dengan pelarut organik yang mudah menguap. Pelarut organik akan berpenetrasi ke dalam jaringan dan akan melarutkan minyak serta bahan “non volatile” yang berupa resin, lilin dan beberapa macam zat warna. Proses ekstraksi biasanya dilakukan dalam suatu wadah (ketel) disebut “*extractor*”. Berbagai pelarut yang biasa digunakan adalah petroleum ether, carbon tetra chlorida, chloroform, dan pelarut lainnya yang bertitik didih rendah (Kardinan, 2005).

Pembuatan minyak atsiri dengan pelarut menguap dilakukan dengan menggunakan ekstraktor. Ekstraktor yang digunakan untuk mengekstrak minyak atsiri dari bunga terdiri dari tabung ekstraktor berputar dan tabung evaporator (penguap) (Rusli, 2010).

3. Ekstraksi dengan Lemak Dingin (Enfleurasi)

Proses ekstraksi ini digunakan khusus untuk mengekstraksi minyak bunga-bunga, dalam rangka mendapatkan mutu dan rendemen minyak yang tinggi. Pada umumnya bunga setelah dipetik akan tetap hidup secara fisiologis. Daun bunga terus menjalankan proses hidupnya dan tetap memproduksi minyak atsiri dan minyak yang terbentuk dalam bunga akan menguap dalam waktu singkat. Untuk itu ekstraksi dengan pelarut mudah menguap menghasilkan rendemen minyak yang rendah. Untuk mendapatkan rendemen minyak yang lebih tinggi dan bermutu baik, proses fisiologi dalam bunga selama proses ekstraksi berlangsung perlu dijaga agar tetap berlangsung dalam waktu selama mungkin sehingga bunga tetap dapat memproduksi minyak atsiri. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menggunakan lemak hewani atau nabati (Kusuma, 2010).

Sama halnya dengan ekstraksi menggunakan pelarut menguap, ekstraksi minyak atsiri dengan metode lemak dingin memerlukan evaporator untuk memisahkan minyak atsiri dari lilin dan alkohol pelarutnya. Selain itu, dibutuhkan lempeng kaca dan rak tertutup pada proses absorpsi minyak atsiri dari bunga. Sedang bahan penunjang yang digunakan yaitu lemak dan alkohol. Lemak berfungsi sebagai adsorben atau penyerap minyak atsiri dari bunga. Sementara alkohol digunakan untuk memisahkan minyak atsiri dari lemak (Kardinan, 2005).

4. Ekstraksi dengan Lemak Panas (Maserasi)

Metode pembuatan minyak dengan lemak panas tidak berbeda jauh dengan metode lemak dingin. Bahan dan peralatan yang digunakan pun tidak jauh berbeda. Perbedaannya hanya terletak pada bagian awal proses, yaitu menggunakan lemak panas. Sedang alat yang digunakan yaitu evaporator vakum. Selain itu, dibutuhkan wadah berupa bak atau baskom untuk merendam bunga dalam lemak panas. Bahan yang diperlukan dalam metode maserasi yaitu lemak dan alkohol. Lemak digunakan sebagai adsorben, sedangkan alkohol digunakan untuk melarutkan lemak (Wonorahardjo, 2013).

