

I. TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Botani Tanaman Cabai Rawit

Tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* Linn.) merupakan tanaman yang tergolong dalam tanaman perdu atau setengah perdu. Klasifikasi tanaman cabai rawit yaitu: Kingdom: Plantae (tumbuh-tumbuhan), Divisi: Spermatophyta (tumbuhan berbiji), Subdivisi: Angiospermae (biji tertutup), Kelas: Dicotyledonae (biji berkeping dua), Subkelas: Metachlamidae, Ordo: Tubiflorae, Famili: Solanaceae, Genus: *Capsicum*, Spesies: *Capsicum frutescens* Linn (Rukmana, 2002)

Tanaman cabai rawit adalah tanaman herbal tahunan dengan tinggi tanaman berkisar 0,5-1,5 m, memiliki batang yang lentur berkayu, menyerupai silinder dengan diameter mencapai 1 cm, bercabang banyak, rambut tanaman berwarna hijau hingga hijau kecokelatan biasanya keunguan di daerah bonggol. Daun tanaman berbentuk bulat telur berukuran lebih kecil dibandingkan daun cabai besar, memiliki bentuk meruncing pada ujung daun, tulang daun menyirip, warna daun hijau terang hingga hijau tua dan tumbuh bersilang di tiap batang, dengan panjang tangkai daun mencapai 10 cm. Buah cabai rawit tumbuh menghadap keatas, berukuran kecil mencapai 5x1 cm, dengan rasa pedas yang tajam, berwarna hijau atau kuning namun saat buah tua berwarna kuning tua hingga merah. (Siemonsa, J.S dan Piluek. K, 1993). Biji cabai rawit tersusun secara berkelompok, saling melekat pada empulur, berwarna kekuning-kuningan. Pada saat cabai masih muda rasa pedas tidak terlalu kuat, namun setelah masak menjadi pedas (Cahyono, 2003).

Lokasi budidaya cabai rawit diharuskan memperoleh sinar matahari minimal 85-90% dengan suhu udara antara 18-27°C (Rahman dan Syaiful, 2010). Berdasarkan ketinggian tempat tanaman cabai rawit dapat dibudidayakan pada dataran rendah maupun tinggi. Namun penanaman cabai rawit di dataran rendah lebih efisien, karena produktivitas persatuan waktu lebih tinggi dibanding penanaman di dataran sedang atau tinggi. Tanaman cabai tidak mengehendaki kelembaban dan curah hujan yang tinggi karena rentan terhadap penyakit khususnya akibat jamur (Rukmana, 2002)

1.2 Kitosan Secara Umum

Kitosan adalah senyawa kimia yang berasal dari bahan hayati kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa. Kitin ini umumnya diperoleh dari kerangka hewan invertebrata dari kelompok *Arthropoda*

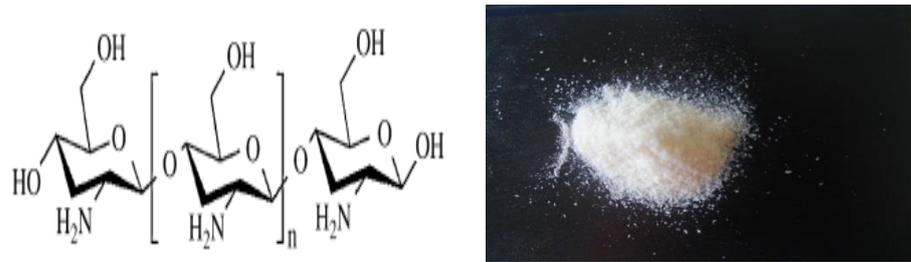
sp, *Molusca* sp, *Coelenterata* sp, *Annelida* sp, *Nematoda* sp, dan beberapa dari kelompok jamur Selain dari kerangka hewan invertebrata, juga banyak ditemukan pada bagian insang ikan, trakea, dinding usus dan pada kulit cumi-cumi. Sebagai sumber utamanya ialah cangkang *Crustaceae* sp, yaitu udang, lobster, kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut. Sumber ini diutamakan karena bertujuan untuk memberdayakan limbah udang (Hawab, 2005).

Kitosan merupakan hasil modifikasi polimer karbohidrat alami yang diproses melalui N-deasetilasi parsial kitin dengan unit utama pada polimer kitin adalah 2-deoksi-2-(asetilamino) glukosa (gambar 1). Unit tersebut diikat oleh ikatan β -(1,4) glikosida yang membentuk polimer linier rantai panjang. Kitosan diproduksi oleh destilasi kitin yang memiliki Derajat Destilasi (DD) biasanya berkisar antara 40% sampai 98% yang tersedia dengan harga terjangkau dari sisa limbah pengolahan makanan laut seperti kulit udang, cangkang kerang dan cangkang kepiting (Chirkov S.N, 2002).

Sifat kation kitosan adalah linier polielektrolit, bermuatan positif, flokulan yang sangat baik, pengkelat ion-ion logam. Sifat biologi kitosan adalah non toksik, polimer alami, sedangkan sifat kimia seperti linier poliamin, gugus amino dan gugus hidroksil yang reaktif. Aplikasi kitosan dalam berbagai bidang tergantung sifat-sifat kationik, biologi dan kimianya (Sandford dan Hutchings, 1987). Kitosan mempunyai muatan positif dengan banyak polimer yang secara fisiologis dan biologis unik dan digunakan dalam berbagai bidang industri seperti tat alias (lotion dan krim wajah), makanan (pengawet, antioksidan, antimikroba), bioteknologi, farmakologi, dan obat-obatan serta pertanian (fungisida, elisitor) (Ren *et al.*, 2001).

Kitosan yang disebut juga dengan β -1,4-2 amino-2-dioksi-D-glukosa merupakan senyawa yang sedikit larut dalam HCl, HNO₃, dan H₃PO₄ dan tidak larut dalam H₂SO₄. Kitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi dan bersifat polielektrolitik. Disamping itu kitosan dapat dengan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lainnya seperti protein. Oleh karena itu, kitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri terapan dan industri kesehatan. Kitosan tidak larut dalam air, pelarut-pelarut organik, juga tidak larut dalam alkali dan asam-asam mineral pada pH di atas 6,5. Dengan adanya sejumlah asam, maka dapat larut dalam air-metanol, air-etanol, air-aseton, dan campuran lainnya. Kitosan larut dalam asam formiat dan asam asetat dan

menurut Peniston dalam 20% asam sitrat juga dapat larut. Asam organik lainnya juga tidak dapat melarutkan kitosan, asam-asam anorganik lainnya pada pH tertentu setelah distirer dan dipanaskan dan asam sitrat juga dapat melarutkan kitosan pada sebagian kecil setelah beberapa waktu akan terbentuk endapan putih yang menyerupai jelly (Widodo dkk. 2005).



Gambar 1. (A) Struktur Kimia Kitosan (Yin *et al.*, 2010) dan B Kenampakan Kitosan Bubuk (dokumen pribadi)

2.3 Kitosan Pada Bidang Pertanian

Aktivitas antimikroba kitosan baru-baru ini diteliti untuk bidang pertanian dan menunjukkan bahwa kitosan memiliki kemampuan untuk menghambat dan membunuh berbagai mikroorganisme atau penyebab penyakit pada tanaman. Selain itu kitosan juga memiliki toksisitas yang lebih rendah terhadap sel mamalia dibandingkan dengan bahan kimia (Rabea *et al.*, 2003). Beberapa penyakit yang telah dilaporkan dapat ditekan dengan pemanfaatan kitosan yang disebabkan oleh jamur patogen yaitu penyakit hawar daun pada gandum yang disebabkan oleh *Fusarium graminearum*, penyakit kapang pada mentimun yang disebabkan oleh jamur *Botrytis cinerea*, penyakit antarknosa yang disebabkan oleh *Colletotrichum sp.* dan penyakit hawar daun yang disebabkan oleh *Fusarium oxysporum* pada tomat (Kheiri *et al.*, 2016; Shalom *et al.*, 2002; Zhang & Chen, 2009). Kitosan mempunyai sifat anticendawan dan lebih baik dari kitin. Jika kitosan ditambahkan pada tanah, maka akan menstimulir pertumbuhan mikroba yang dapat mengurai cendawan. Selain itu kitosan dapat merangsang akumulasi fitoaleksin jaringan tanaman inang, kitinase, β glukonase dan lipoksigenase yang berguna untuk menghambat infeksi cendawan pada jaringan tanaman (Vasyukova *et al.*, 2001).

Penyakit yang dapat ditekan oleh kitosan akibat serangan virus yaitu penyakit *Bean Common Mosaic Virus* pada kacang panjang, *Bean Alfafa Mosaic Virus* pada kacang kapri dan *Tobacco Mosaic Virus* pada tembakau (Damayanti *et al.*, 2013; Pospieszny dan Atabeko, 1989; hao, She, Du, *et al.*, 2007). Studi

yang ditemukan adalah dengan penggunaan berat molekul kitosan dengan rata-rata variasi sebesar 1,2-40,4 kDA dan konsentrasi kitosan sebesar 10 atau 10 ug/ml dapat menghambat dari akumulasi sistemik virus dan propagasi nya (Kulikov *et al.*, 2006).

Penghambatan *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) dengan penggunaan kitosan dilaporkan karena adanya induksi ketahanan melalui *micro-oxidative burst*, respon hipersensitif mikro dan aktivitas antivirus yang terkait dengan produksi nitrit oksida dan aktivitas enzim *phenylalanine ammonia-lyase* (PAL) (Iriti *et al.*, 2006; Zhao *et al.*, 2007). Aktivitas antivirus kitosan pada *Tobacco Necrosis Virus* (TNV) juga berkorelasi dengan kemampuan kitosan dalam menginduksi aposisi kalose (*callose apposition*) (Faoro & Iriti, 2007).

Mekanisme kerja kitosan dalam menghambat infeksi virus karena kitosan mampu menginaktivasi replikasi yang dapat menyebabkan terhentinya multiplikasi dan penyebaran virus. Selain itu nano partikel kitosan dapat mengikat asam nukleat pada saat virus melakukan penetrasi dan menyebabkan kerusakan pada virus. Kitosan juga dapat menonaktifkan sintesis mRNA yang dikodekan oleh gen untuk metabolik dan infeksi dari virus atau viroid (Rabea *et al.*, 2003; Kulikov *et al.*, 2006).

1.4 Cucumber Mosaic Virus (CMV)

Virus mosaik ketimun atau yang biasa disebut dengan *cucumber mosaic virus* (CMV) merupakan virus yang tergolong dalam kelompok cucumovirus dan ditularkan melalui kutudaun (Black *et al.*, 2010). Lebih dari 60 spesies kutudaun dilaporkan dapat menularkan CMV secara non persisten, dua di antaranya ialah *Myzus persicae* dan *Aphis gossypii* (Agrios, 2005).

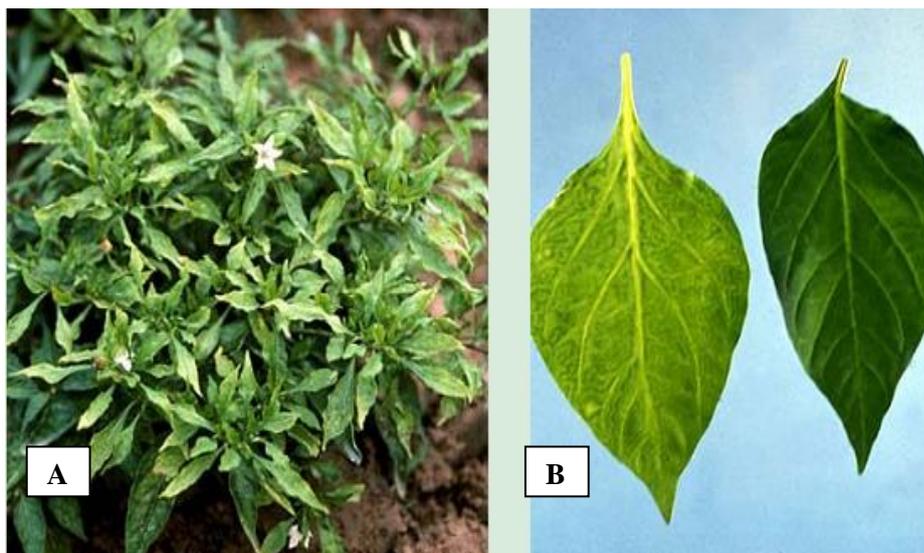
CMV mempunyai virus satelit yaitu asam nukleat dalam virus yang tidak dapat bermultiplikasi dalam sel tanpa bantuan virus inang. Virus satelit dapat mengurangi kemampuan multiplikasi dan menimbulkan penyakit bagi virus inang. Virus satelit dari CMV adalah CARNA (RNA-5 yang berasosiasi dengan CMV). Multiplikasi CARNA sangat bergantung CMV dan dapat mengganggu replikasi dari virus CMV. Jumlah RNA-5 pada CMV sangat beragam, bergantung pada strain virus dan spesies tanaman inangnya. Meningkatnya jumlah satelit, maka jumlah virus inang dan infektifitasnya pada tanaman jadi menurun. Hal tersebut dikarenakan adanya persaingan RNA satelit dengan RNA CMV saat terjadi replikasi (Siregar, 2005). CMV memiliki berat molekul 5,8 hingga 6,7 juta dimana 18% nya merupakan RNA dan 82% lainnya adalah protein. Virus ini

berdiameter 30 nm dan berbentuk isometrik. Suhu inaktif virus ini berkisar 60-75°C (Suhara dan Supriyono, 2006).

Virus selalu berkembang dari waktu ke waktu. Pada umumnya pola sebaran di lapangan (lahan) tidak teratur. Virus masuk ke dalam sel tanaman melalui berbagai cara yaitu secara mekanis melalui luka, dengan bantuan vektor atau melalui biji dan pollen. Infeksi virus menular dari satu tanaman ke tanaman lain melalui aktivitas serangga penular (vektor) dan pelukaan tanaman. Pelukaan tanaman dalam proses budidaya terutama selama proses perlakuan fisik terhadap tanaman, seperti pengikatan, perempelan, maupun pemotongan. Penularan melalui pelukaan tanaman juga bisa terjadi karena adanya gesekan antara tanaman yang terserang virus dengan tanaman sehat. Virus menyerang dengan cara memasuki sel inang dan memperbanyak diri di dalamnya. Virus yang telah menginfeksi akan masuk ke dalam sel dan berkembang bersamaan dengan berkembangnya sel tanaman. Jika inangnya mati, maka virus tersebut meninggalkan sel inangnya tersebut (Kurnianti, 2013).

CMV tidak dapat ditularkan melalui biji cabai namun dapat ditularkan secara mekanis. CMV tidak seestabil *Tobacco Mosaic Virus* (TMV) sehingga tanaman yang terserang tidak mudah untuk menularkan virus ke tanaman lain. Lebih dari 80 spesies kutudaun termasuk kutudaun persik *Myzus persicae* merupakan vektor dari CMV; gulma merupakan inang yang baik bagi CMV dan inang bagi vektor kutudaun untuk hidup dan bereproduksi. Karena banyaknya spesies kutudaun yang menjadi inang CMV menyebabkan penyakit ini memiliki insiden yang tinggi di lapang. Kutudaun dapat memperoleh dan menularkan virus setelah satu menit mengambil makanan, namun kemampuan untuk menularkan dapat melemah dengan cepat (Cerkaskas, 2004).

CMV menyerang banyak varietas tanaman hortikultura ataupun tanaman lain termasuk gulma. Tanaman sayur dan buah penting yang umum diserang oleh CMV antara lain cabai, melon, mentimun, dan bayam (Agrios, 1997). Gejala penyakit yang disebabkan oleh *Cucumber Mosaic Virus* amat bervariasi, namun gejala utama yang paling umum adalah tanaman menjadi tidak produktif, kerdil, daun berwarna hijau kusam, daun menjadi kaku dan menyempit, mosaik berwarna kuning dan terjadi nekrosis di ujung pucuk terminal. Buah dapat membentuk warna putih atau nekrosis menyerupai cincin. Gejala lain yaitu permukaan kasar, berwarna kusam dan berbentuk abnormal (Black *et al.*, 2010).



Gambar 2. Gejala *Cucurbit Mosaic Virus* Pada Tanaman Cabai; a, tanaman kerdil dan warna daun memudar; b, klorotik pada daun (Cerkauskas, 2004).

1.5 Perbedaan Gejala Abiotik dan Biotik

1.5.1 Gejala akibat serangan virus (Biotik)

Pengaruh virus pada tumbuhan banyak ragamnya. Gejala yang diakibatkan oleh virus menurut Bos, (1982) diantaranya:

a. Deviasi Warna

Gejala virus yang paling nyata dan paling banyak diketahui adalah perubahan warna terutama pada bagian daun atau biasa disebut dengan mosaik.

b. Nekrosis

Nekrosis atau kematian sel setempat dengan cepat merupakan gejala yang ditimbulkan akibat serangan virus. Biasanya nekrosis disertai dengan penghitaman atau pencoklatan pada daun. Nekrosis biasanya menimbulkan reaksi yang cepat pada bagian kuncup batang atau pucuk dan dapat terus berlangsung ke seluruh tumbuhan.

c. Malformasi

Malformasi atau cacat pada tanaman dapat berupa daun menggulung, daun mengeriting, daun menyempit, berkerut, dan membentuk roset. Organ-organ tertentu seperti buah, bunga atau biji dapat gugur atau gagal terbentuk.

d. Deviasi anatomi

Hal ini diakibatkan oleh aktivitas virus yang terjadi pada tanaman inang. Sel-sel ukurannya akan berkurang (*hipotrofi*) atau jumlahnya berkurang (*hipolasia*) atau mungkin bertambah dalam ukuran (*hipertrofi*) atau jumlahnya

bertambah (*hiperplasia* atau *proliferasi* jika berlebihan). Sel-sel dapat mati (nekrosis) atau mengalami degradasi klorofil dan pembengkakan inti.

1.5.2 Gejala penyakit akibat faktor abiotik

Pengaruh virus pada tumbuhan banyak ragamnya. Gejala yang diakibatkan oleh faktor abiotik menurut Kennely, (2012) diantaranya:

a. Kelebihan unsur hara

Kelebihan unsur hara makro dapat terjadi pada segala jenis tanaman akibat dari aplikasi pupuk yang berlebihan. Toksisitas nitrogen memiliki gejala yang paling khas apabila pada kondisi lingkungan yang panas dan kering yang dapat menyebabkan warna daun berubah menjadi lebih gelap. Pada tanaman tomat yang mengalami keracunan amonium akan muncul gejala mirip serangan virus. Banyak toksisitas hara dipicu oleh pH tanah yang terlalu rendah atau tinggi.

b. Kekurangan unsur hara

Kekurangan unsur tertentu seperti Ca, P, dan Fe terjadi karena kondisi tanah yang buruk misal pH tanah yang tidak sesuai untuk penyerapan nutrisi tanaman. Cara termudah untuk mengenali kekurangan hara adalah tidak banyak tanda-tanda patogen pada tanaman misal muncul misal miselium jamur atau pola penyebaran gejala yang relatif seragam di lapang dibandingkan dengan gejala penyakit yang disebabkan oleh patogen tanaman. Cara lain yaitu dengan melihat penyebaran gejala pada tanaman. Pada tanaman yang terkena defisiensi unsur hara gejala muncul pada daun tua karena nutrisi seluler ditransfer ke titik tumbuh dan untuk tanaman yang terserang virus maka gejala akan muncul pada bagian tanaman yang muda.

c. Suhu ekstrem

Suhu yang terlalu rendah atau terlalu dingin dapat merusak tanaman.. Pada suhu tinggi yang ekstrem tunas atau akar mungkin berhenti tumbuh, atau kematian pada akar. Jika suhu tinggi yang digabungkan dengan kelembaban tanah yang rendah, tanaman mungkin menunjukkan kekeringan di pinggiran dan pada kasus yang berat kematian seluruh tanaman. Sedangkan kerusakan akibat suhu rendah umumnya berkembang karena kristal es terbentuk di sel-sel tumbuhan yang mengakibatkan kerusakan membran sel dan organel dan menghasilkan warna keunguan dari dedaunan dan kemungkinan nekrosis.

d. Kekurangan air

Gejala yang ditimbulkan akibat kekurangan air dalam defisit jangka pendek mengakibatkan efek ringan pada tanaman seperti daun layu atau tunas.

Gejala-gejala ini mungkin bersifat sementara pada saat suhu dan tingkat transpirasi mencapai titik tertinggi. Sedangkan pada keadaan kekurangan air kronis tanaman dapat tumbuh lebih lambat atau tidak sama sekali.

