

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Bawang Merah

##### a. Klasifikasi Bawang Merah

Dalam sistematika tumbuh-tumbuhan (taksonomi), kedudukan tanaman bawang merah diklasifikasikan sebagai berikut (Pitojo, 2003):

Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledonae
Ordo	: Liliales
Famili	: Liliaceae
Genus	: <i>Allium</i>
Spesies	: <i>Allium ascalonicum</i> L.

##### b. Morfologi Bawang Merah

Tanaman bawang merah termasuk dwi musim yang berumbi lapis, tumbuh tegak dan tingginya dapat mencapai 50 cm. Perakaran berupa akar rambut yang berdiameter 1-2 mm dengan panjang 10-25 cm. Daun berbentuk bulat kecil memanjang dan berlubang seperti pipa. Batang pokok sangat pendek, datar dan terletak pada bagian dasar tanaman berbentuk piringan (Permadi dan Meer, 1994).

Tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) termasuk tanaman sempurna yang hidup semusim. Secara morfologis, bagian-bagian tanaman bawang merah adalah sebagai berikut (Pitojo, 2003):

1. Akar : akar tanaman bawang merah terdiri atas akar pokok (*primary root*) yang berfungsi sebagai tempat tumbuh akar adventif (*adventitious root*) dan bulu

akar yang berfungsi untuk menopang berdirinya tanaman serta menyerap air dan zat-zat hara dari dalam tanah. Akar dapat tumbuh hingga kedalaman 30 cm, berwarna putih, dan jika diremas berbau menyengat seperti bawang merah.

2. Batang : batang tanaman bawang merah merupakan bagian kecil dari keseluruhan tanaman, berbentuk seperti cakram (discus), beruas-ruas, dan di antara ruas-ruas terdapat kuncup-kuncup. Bagian bawah cakram merupakan tempat tumbuh akar. Bagian atas batang sejati merupakan umbi semu, berupa umbi lapis (bulbus) yang berasal dari modifikasi pangkal daun bawang merah. Pangkal dan sebagian tangkai daun menebal, lunak, dan berdaging; berfungsi sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan.
3. Daun: daun tanaman bawang merah bertangkai relatif pendek, berbentuk bulat mirip pipa, berlubang, berukuran panjang lebih dari 45 cm, dan meruncing pada bagian ujung. Daun berwarna hijau tua atau hijau muda, tergantung varietasnya. Setelah tua, daun menguning, tidak lagi setegak daun yang masih muda dan akhirnya menguning mulai dari bagian bawah tanaman. Daun relatif lunak. Jika diremas akan berbau spesifik seperti bau bawang merah. Setelah kering di penjemuran, daun tanaman bawang merah melekat relatif kuat dengan umbi sehingga memudahkan pengangkutan dan penyimpanan.
4. Bunga: bunga bawang merah terdiri atas tangkai bunga dan tandan bunga. Tangkai bunga berbentuk ramping, bulat, dan berukuran panjang lebih dari 50 cm. Pangkal tangkai bunga bagian bawah agak menggelembung dan tangkai bagian atas berukuran lebih kecil. Pada bagian ujung tangkai terdapat bagian yang berbentuk kepala dan berujung agak runcing, yaitu tandan bunga yang

masih terbungkus seludang. Setelah seludang terbuka, secara bertahap tandan akan tampak dan muncul kuncup-kuncup bunga dengan ukuran tangkai kurang dari 2 cm.

Seludang tetap melekat pada pangkal tandan dan mengering seperti kertas, tidak luruh hingga bunga mekar secara tidak bersamaan. dari mekar pertama kali hingga bunga dalam satu tandan mekar seluruhnya memerlukan waktu sekitar seminggu. Bunga yang telah mekar penuh berbentuk seperti payung.

Bunga bawang merah merupakan bunga sempurna, memiliki benang sari dan kepala putik. Tiap kuntum bunga terdiri atas enam daun bunga yang berwarna putih, enam bunga mekar. Jumlah bunga dapat lebih dari 100 kuntum. Kuncup bunga benang sari yang berwarna hijau kekuningan, dan sebuah putik. Meskipun jumlah kuntum bunga banyak tapi bunga yang berhasil mengadakan persarian relatif sedikit.

5. Bunga dan biji: bakal buah bawang merah tampak seperti kubah, terdiri atas tiga ruangan yang masing-masing memiliki dua bakal biji. Bunga yang berhasil mengadakan persarian akan tumbuh membentuk buah, sedangkan bunga-bunga yang lain akan mengering dan mati. Buah bawang merah berbentuk bulat, di dalamnya terdapat biji yang berbentuk agak pipih dan berukuran kecil. Pada waktu masih muda, biji berwarna putih bening dan setelah tua berwarna hitam.

Menurut AAK (1992) syarat-syarat tumbuh tanaman bawang (*Allium ascalonicum* L.) merah sebagai berikut:

1. Iklim: diperlukan iklim yang kering
2. Daerah: bisa hidup baik di dataran rendah ataupun di dataran tinggi (0-800 m)
3. Tanah: dikehendaki tanah lempung berpasir, gembur, mudah meneruskan air

## **B. Fungi Mikoriza Arbuskula**

### **a. Definisi dan Pengolongan FMA**

Mikoriza adalah asosiasi mutualistik antara akar tumbuhan dengan fungi yang bermanfaat meningkatkan penyerapan unsur hara, daya tahan terhadap kekeringan dan daya tahan terhadap serangan patogen akar. Sejauh ini jenis mikoriza yang paling penting dan paling luas penyebarannya ialah mikoriza arbuskula (Nawawi, 2000). Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan simbion tertua yang berhasil dikenali oleh para peneliti. Umur simbion ini ditengarai berkisar 600 juta-1 miliar tahun dan jauh lebih tua dibandingkan dengan umur tanaman monokotil dan dikotil (200 juta tahun), ataupun simbion lainnya (Smith & Read, 2008 dalam Abimanyu *et al.*, 2012).

Mikoriza sesungguhnya berasal dari bahasa Yunani yaitu *Mykes* yang artinya cendawan, dan *Rhiza* artinya akar, sehingga secara harfiah berarti cendawan akar (Talanca, 2010). Mikoriza merupakan cendawan yang hidup bersimbiosis dengan sistem perakaran tanaman tingkat tinggi. Mikoriza ini adalah menginfeksi sistem perakaran tanaman inang, memproduksi jalinan hifa secara intensif sehingga tanaman yang mengandung mikoriza akan mampu meningkatkan kapasitas dalam penyerapan unsur hara. Asosiasi fungi mikoriza arbuskula dengan akar tanaman dapat meningkatkan pertumbuhan dan

kelangsungan hidup tanaman dalam kondisi yang optimal atau stres air dengan meningkatkan status nutrisi (Ermansyah, 2012).

Terdapat dua macam mikoriza yaitu ekto dan endo mikoriza. Pada ektomikoriza (juga disebut mikoriza ektotrof), seluruh jamurinya menyelubungi masing-masing cabang akar dalam selubung atau mantel hifa. Hifa-hifa itu hanya menembus antar sel korteks akar (interseluler). Ektomikoriza diketahui terdapat pada famili-famili berikut: Pinaceae, Salicaceae, Batulaceae, Fagaceae, Juglandaceae, Caesalpinoideae, dan Tiliaceae. Beberapa genus seperti *Pinus*, *Picea*, *Abies*, *Pseudotsuga*, *Cedrus*, *Larix*, *Quercus*, *Castanea*, *Fagus*, *Nothofagus*, *Betula*, *Alnus*, *Salix*, *Carya*, dan *Populus* memiliki infeksi ektomikoriza. Pada endomikoriza, jamurinya tidak membentuk suatu selubung luar tetapi hidup di dalam sel-sel akar (intraseluler) dan membentuk hubungan langsung antarsel-sel akar dan tanah sekitarnya. Endomikoriza hanya dijumpai pada wakil-wakil spesies kebanyakan famili angiospermae. Endomikoriza juga ditemukan pada konifer kecuali Pinaceae dan pada pteridofita dan briofita tertentu. Bukti-bukti yang pasti telah disajikan untuk menunjukkan pengaruh yang menguntungkan dari adanya ekto dan endomikoriza terhadap pertumbuhan tanaman (Rao, 1994).

Mikoriza mempunyai struktur yang terdiri dari hifa eksternal, internal, gelung, vesikular dan arbuskular. Hifanya tidak bersekat, dan tumbuh diantara sel-sel korteks dan didalamnya bercabang-cabang. Hifa mikoriza tidak masuk sampai jaringan stele, dan didalam sel yang terinfeksi terbentuk hifa yang bergelembung dan apabila bercabang-cabang maka disebut arbuskular. Arbuskular inilah yang diduga sebagai alat pemindah unsur hara. Pada struktur yang menggelembung

dibentuk secara apikal dan sering kali terdapat pada hifa-hifa utama sehingga struktur ini disebut vesikular. Vesikular kadang-kadang ukurannya sangat besar dan berdinding tebal serta mengandung banyak lipid, terutama berfungsi sebagai organ simpan. Apabila korteks mengelupas, beberapa vesikular keluar dari jaringan akar dan berada dalam tanah serta dapat berkecambah dan bertindak sebagai propagul infeksi (Talanca, 2010).

Spora yang dihasilkan oleh fungi mikoriza terbentuk di atas eksternal hifa yang melewati permukaan akar. Spora ini dapat terbentuk dan bersatu di dalam tanah dalam bentuk kelompok-kelompok spora yang bebas atau dalam bentuk kumpulan sporokarp. Spora cendawan mikoriza bermacam-macam dalam warna dan ukuran, ada yang berdiameter 10-400  $\mu\text{m}$ , tetapi kebanyakan antara 40-200  $\mu\text{m}$  (Fidler 1989).

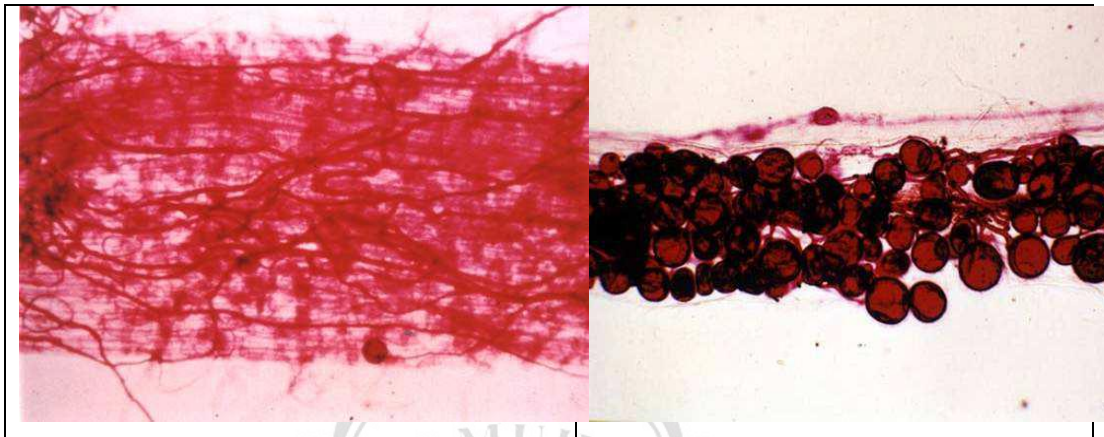
Simanungkalit *et al.* (2006) menjelaskan dalam penelitiannya, bahwa asosiasi FMA bersama *Desmodium spp.* dapat diketahui dengan terbentuknya struktur yang khas dari kolonisasi FMA pada akar tanaman inangnya. Struktur FMA dapat berupa hifa internal dan hifa eksternal, spora, vesikula, arbuskula, dan miselia. Hasil pengamatan pada sampel akar tanaman *Desmodium sp.*, terbentuk struktur hifa internal dan eksternal, vesikula, arbuskula, dan spora. Struktur yang dibentuk oleh spora FMA ini berfungsi dalam menjalankan peranan penting dalam proses asosiasi. Hifa terbentuk dari perkecambahan spora, yang berperan dalam menyerap unsur hara dan air dari luar ke dalam akar dan selanjutnya digunakan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman inang. Struktur arbuskula memiliki bentuk seperti pohon, terbentuk dari cabang-cabang hifa intraradikal yang berada antara dinding sel dan membran sel. Arbuskula berperan penting sebagai tempat pertukaran unsur hara dan karbon antara FMA dan tanaman inang



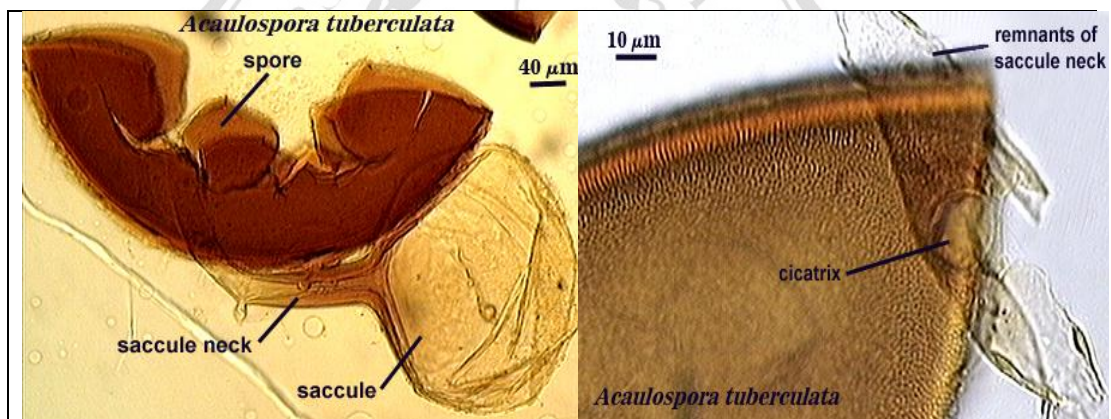
serta tempat penyimpanan sementara mineral, nutrisi, dan gula. Sedangkan vesikula merupakan struktur berdinding tipis yang terbentuk dari pembengkakan pada ujung hifa, berbentuk bulat, lonjong, atau tidak teratur. Vesikula berperan sebagai organ penyimpan cadangan makanan seperti lipid dan dalam waktu tertentu berperan sebagai spora yang merupakan alat pertahanan kehidupan FMA. Selanjutnya spora, merupakan organ perbanyak diri FMA, terbentuk dari hifa ekstraradikal yang memiliki bentuk tunggal maupun berkoloni (*sporocarps*). Spora memiliki komposisi yang terdiri dari polisakarida, lipid, protein, dan kitin. Spora memiliki organ seperti mitokondria, retikulum endoplasma, dan vakuola. Dalam memperbanyak diri, spora terlebih dahulu mengalami perkecambahan untuk menghasilkan hifa untuk menginfeksi akar tanaman inangnya.

Simanungkalit (2016) mendefinisikan FMA merupakan satu kelompok jamur tanah biotrof obligat yang tidak dapat melestarikan pertumbuhan dan reproduksinya bila terpisah dari tanaman inang. Fungi ini dicirikan oleh adanya struktur vesikel dan atau arbuskel. Ada yang membentuk kedua struktur ini dalam akar yang dikolonisasi, sehingga lama sebelumnya fungi dari kelompok ini dikenal sebagai fungi vesikuler-arbuskuler. Memang ada keberatan karena ada juga spesies dari kelompok ini tidak membentuk vesikel dalam akar sehingga ada kecenderungan untuk menggunakan cendawan MA untuk menyatakan fungsi mikoriza yang membentuk vesikel dan yang tidak, karena struktur arbuskel terdapat pada semua spesies. Oleh karena sampai sekarang dalam literatur mikoriza, kedua sebutan untuk kelompok fungi masih dipakai. Vesikel merupakan struktur berdinding tipis berbentuk bulat, lonjong atau tidak teratur. Struktur ini mengandung senyawa lipid (Gambar 1). Arbuskel merupakan struktur dalam akar berbentuk seperti pohon berasal dari cabang-cabang hifa intraradikal setelah hifa

cabang menembus dinding sel korteks, dan terbentuk antara dinding sel dan membran plasma.



Gambar 1. Kolonisasi cendawan MA dalam akar padi penuh dengan hifa(kiri), penuh dengan spora (kanan) (Simanungkalit, 2016)



Gambar 2. Spora *Acaulospora tuberculata* (Janos and Trappe, 1982).

Menurut Novriani (2009), mekanisme infeksi mikoriza yaitu spora masuk ke dalam akar atau melakukan infeksi, proses infeksi dimulai dengan perkecambahan spora didalam tanah. Hifa yang tumbuh melakukan penetrasi ke dalam akar atau melalui celah antar sel epidermis dan berkembang di dalam korteks. Pada akar yang terinfeksi akan terbentuk arbuskul, vesikel intraseluler, hifa internal diantara sel-sel korteks. Penetrasi hifa dan perkembangannya biasanya



terjadi pada bagian yang masih mengalami proses diferensiasi dan proses pertumbuhan. Hifa berkembang tanpa merusak sel

#### **b. Peran Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA)**

Perbedaan FMA dengan fungi lainnya tidak semata-mata pada ciri morfologi atau molekulernya, tetapi juga karena perbedaan peran fungsional FMA. Peran fungsional FMA sudah cukup banyak diteliti dan diulas oleh para pakar di bidang mikoriza. Berikut merupakan fungsi mikoriza arbuskula yang diterangkan oleh Abimanyu, *dkk.* (2012):

1. Bioprosesor mampu bertindak sebagai pompa dan pipa hidup karena mampu membantu tanaman untuk menyerap hara dan air dari lokasi yang tidak terjangkau oleh akar rambut.
2. Bioprotektor atau perisai hidup karena mampu melindungi tanaman dari cekaman biotika (patogen, hama, dan gulma) dan abiotika (suhu, lengas, kepadatan tanah, dan logam berat).
3. Bioaktivator karena terbukti mampu membantu meningkatkan simpanan karbon di rhizosfer sehingga meningkatkan aktivitas jasad renik untuk menjalankan proses biogeokimia.
4. Bioagregator karena terbukti mampu meningkatkan agregasi tanah.

Swasono (2006) menjelaskan dalam penelitiannya, bahwa fungi mikoriza arbuskula mampu memperbaiki kondisi perakaran tanaman, terbukti perlakuan FMA yang berasal dari inang bawang merah maupun FMA yang berasal dari *Tridax procumbens* memberikan efek peningkatan PA (panjang akar) dan BKA (bobot kering akar). Selain itu pada kesimpulannya FMA dapat meningkatkan kemampuan adaptasi tanaman bawang merah terhadap cekaman kekeringan yang

berkaitan dengan peningkatan pertumbuhan akar, peningkatan serapan air dan hara khususnya fosfor dan nitrogen. Pada kondisi tercekam kekeringan, varietas peka lebih tanggap terhadap FMA daripada varietas toleran.

Mikoriza memiliki peran yang penting bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Menurut Haris dan Adnan (2000) manfaat penambahan cendawan mikoriza antara lain: pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik sehingga hasil yang didapat jauh lebih banyak. Hal ini karena mikoriza dapat meningkatkan luasan penyerapan hara oleh miselium eksternal. Mikoriza dapat meningkatkan lingkungan mikrorisosfer yang dapat merubah komposisi dan aktivitas mikroba tanah. Hal ini karena terjadi perubahan fisiologi akar dan produksi sekresi oleh mikroba. Mikoriza mempunyai peranan dalam hal pengendalian hama dan penyakit tanaman terhadap patogen langsung. Hal ini karena mikoriza memanfaatkan karbohidrat akar sebelum dikeluarkan sehingga patogen tidak mendapatkan makanan yang dapat mengganggu siklus hidupnya, mikoriza mampu membentuk substansi antibiotik untuk menghambat patogen, memacu perkembangan mikroba saprotifik di sekitar perakaran.

Fungi mikoriza dapat pula bersimbiosis dengan akar tanaman inang, dan mempunyai pengaruh yang luas terhadap mikroorganisme yang bersifat patogen. Akar tanaman inang yang terinfeksi mikoriza mempunyai eksudat akar yang berbeda dengan eksudat akar yang tidak terinfeksi mikoriza. Perubahan eksudat akar tanaman inang mempengaruhi perubahan dalam rhizosfer yang mengakibatkan meningkatnya ketahanannya, sehingga terhindar dari serangan

patogen. Ketahanan ini lebih meningkat karena adanya produksi antibiotik dari mikoriza (Talanca, 2010).

Menurut Prasasti *et al.*, (2013) dalam penelitiannya mengatakan bahwa akar yang bermikoriza memperlihatkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik bila dibandingkan dengan tanaman yang tidak terinfeksi mikoriza. Akar yang bermikoriza dapat menyerap air dan unsur hara dari larutan tanah pada konsentrasi dimana akar tanaman tidak bermikoriza tidak dapat menjangkaunya. Oleh karena itu, pemberian mikoriza efektif dalam mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman kacang tanah, karena simbiosis antara mikoriza dan tanaman dapat menjaga keseimbangan proses fisiologis tanaman tersebut.

### **C. Logam Berat Pb**

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum* dan disimbolkan dengan Pb. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan berat atom (BA) 207.2. Logam timbal Pb adalah jenis logam lunak berwarna coklat kehitaman dan mudah dimurnikan. Logam Pb lebih tersebar luas dibanding kebanyakan logam toksik lainnya dan secara alamiah terdapat pada batu-batuan serta lapisan kerak bumi. Dalam pertambangan, logam ini berbentuk sulfida logam (PbS) yang sering disebut *galena*. Timbal banyak digunakan dalam industri misalnya sebagai zat tambahan bahan bakar, pigmen timbal dalam cat yang merupakan penyebab utama peningkatan kadar Pb di lingkungan (Darmono, 1995; Palar, 2004; Lu, 1995 dalam Julius, 2005).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nurjaya, *dkk* (2006) tentang pengaruh amelioran terhadap kadar Pb tanah, serapannya serta hasil tanaman bawang merah pada inceptisol, menunjukkan bahwa Pb diikat oleh ion-ion dalam organofosfat di dalam inti akar bawang. Karena kecilnya Pb yang ditranslokasikan dari akar ke bagian atas tanaman, maka serapan Pb dalam umbi sangat kecil.

Dalam pertumbuhannya, tanaman menyerap unsur hara dari tanah, termasuk logam berat Pb, sehingga produk atau hasil pertanian dapat mengandung logam berat. Hasil penelitian Balai Penelitian Tanah pada tahun 2002, diketahui bahwa sebagian besar logam berat Pb dalam tanah dan bawang merah sudah di atas ambang batas yang diperkenankan yaitu 12,75 dan 2 ppm. Beberapa bahan telah diidentifikasi sebagai sumber pencemar logam berat dalam tanah, antara lain asap kendaraan bermotor, bahan bakar minyak, pupuk pertanian dan pestisida, buangan limbah rumah tangga maupun industri dan limbah pertambangan (Nurjaya, *dkk.*, 2006).

Logam berat Pb adalah logam yang bersifat toksik terhadap manusia, yang bisa berasal dari tindakan mengkonsumsi makanan, minuman atau melalui inhalasi dari udara, debu yang tercemar Pb, kontak lewat kulit, kontak lewat mata dan lewat parental. Di dalam tubuh manusia, Pb bisa menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb), Pb bersifat akumulatif dan bisa menghambat sistem saraf, sistem urinaria, sistem gastrointestinal, sistem kardiovaskular, sistem reproduksi dan endokrin, serta bersifat karsinogen pada dosis yang tinggi (Wahyu, *dkk.*, 2008).

Timbal (Pb) mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan bukan karena penggunaan terapinya, melainkan lebih disebabkan karena sifat toksisitasnya.

Absorpsi timbal di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang progresif. Keracunan timbal ini menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak. Hal ini diperoleh dari kasus yang terjadi di Amerika pada 9 kota besar yang pernah diteliti (Supriyanto, 2007).

