

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*)

Klasifikasi dan Morfologi(*Hevea brasiliensis*)

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) merupakan tanaman perkebunan yang bernilai ekonomis tinggi. Tanaman tahunan ini dapat disadap getah karetnya pertama kali pada umur tahun ke-5. Dari getah tanaman karet (lateks) tersebut bisa diolah menjadi lembaran karet (*sheet*), bongkahan (*kotak*), atau karet remah (*crumb rubber*) yang merupakan bahan baku industri karet. Kayu tanaman karet, bila kebun karetnya hendak diremajakan, juga dapat digunakan untuk bahan bangunan, misalnya untuk membuat rumah, furniture dan lain-lain (Purwanta *et al.*, 2008).



Gambar 1. Tanaman Karet (Anonim, 2017)

Tanaman karet merupakan tanaman asli Brazil yang mempunyai nama latin *Hevea brasiliensis*. Tanaman karet adalah tanaman berumah satu (*monoecus*). Pada satu tangkai bunga yang berbentuk bunga majemuk terdapat

bunga betina dan bunga jantan. Penyerbukannya dapat terjadi dengan penyerbukan sendiri dan penyerbukan silang. Penyerbukan silang terjadi dengan bantuan serangga seperti jenis-jenis *Nitidulidae*, *Phloeridae*, *Curculionidae*, dan jenis-jenis lalat.

Klasifikasi botani tanaman karet sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
 - Subkingdom : *Tracheobionta*
 - Super Divisi : *Spermatophyta*
 - Divisi : *Magnoliophyta*
 - Kelas : *Magnoliopsida*
 - Sub Kelas : *Rosidae*
 - Ordo : *Euphorbiales*
 - Famili : *Euphorbiaceae*
 - Genus : *Hevea*
 - Spesies : *Hevea brasiliensis*
- (Sumber : Anwar, 2001)

Tanaman karet (*Hevea brasiliensis* Muell Arg) adalah tanaman getah-getahan. Dinamakan demikian karena golongan ini mempunyai jaringan tanaman yang banyak mengandung getah (lateks) dan getah tersebut mengalir keluar apabila jaringan tanaman terlukai (Santosa, 2007). Sebelum dipopulerkan sebagai tanaman budidaya yang dikebunkan secara besar-besaran, penduduk asli Amerika Selatan, Afrika, dan Asia sebenarnya telah memanfaatkan beberapa jenis tanaman penghasil getah. Karet masuk ke Indonesia pada tahun 1864, mula-mula karet ditanam di kebun Raya Bogor sebagai tanaman koleksi. Dari tanaman koleksi

karet selanjutnya dikembangkan ke beberapa daerah sebagai tanaman perkebunan komersial (Setiawan dan Andoko, 2005).

Biji karet mengandung protein dan energi metabolis yang tinggi sehingga penggunaan tepung biji karet dalam ransum bertujuan sebagai sumber energi dan sumber protein yang dapat diberikan pada unggas terutama ayam kampung. Keunggulan tepung biji karet adalah tepung biji karet dihasilkan dari biji tanaman karet yang merupakan tanaman perkebunan yang paling banyak ditanam di Indonesia, sehingga ketersediaannya dalam jumlah besar relatif terjamin. Selain itu biji karet selama ini merupakan biji yang disia-siakan atau belum dimanfaatkan dan tidak dapat dimakan langsung. Biji yang akan dipakai untuk bibit, terutama untuk penyediaan batang bagian bawah harus sungguh-sungguh baik (Setyamidjaja, 1993).

Morfologi tanaman karet sebagai berikut :

1. Bunga

Bunga yang sempurna terdiri dari atas tiga bagian pokok yaitu dasar bunga, perhiasan bunga dan persarian. Benang sari dan putik ini terdapat dalam satu bunga atau bunga karet terdiri dari bunga jantan dan bunga betina yang terdapat dalam malai payung tambahan yang jarang. Pangkal tenda bunga berbentuk lonceng. Pada ujung terdapat lima tajuk yang sempit. Panjang tenda bunga 4-8 mm. Bunga betina berambut vilt. Ukurannya lebih besar sedikit dari yang jantan dan mengandung bakal buah yang beruang tiga. Kepala putik yang akan dibuahi dalam posisi duduk juga berjumlah tiga buah. Bunga jantan mempunyai seluruh benang sari yang tersusun menjadi satu

tiang. Kepala sari terbagi dalam dua karangan, tersusun satu lebih tinggi dari yang lain. Paling ujung adalah suatu bakal bakal buah yang tidak tumbuh sempurna (Anonimus, 2017)



Gambar 2. Bunga Pohon Karet

2. Buah



Gambar 3. Buah dan biji Pohon Karet

Buah karet memiliki pembagian ruang yang jelas masing-masing ruang berbentuk setengah bola. Jumlah ruang biasanya tiga, kadang-kadang sampai enam ruang. Garis tengah buah 3-5 cm. Bila buah sudah masak maka

akan pecah dengan sendirinya. Pemecahan terjadi dengan kuat menurut ruang-ruangnya. Pemecahan biji ini berhubungan dengan pengembangbiakan tanaman karet secara alami. Biji-biji yang terlontar kadang-kadang sampai jauh, akan tumbuh dalam lingkungan yang mendukung (Anonimus, 2017)

3. Biji



Gambar 4. Biji pohon karet

Biji karet merupakan hasil persarian dari alat persarian terdiri dari benang sari dan putik. Biji yang dihasilkan dibedakan atas tiga jenis, yaitu biji illegitim, legitim dan propalegitim. Biji illegitim merupakan biji yang dihasilkan dari penyerbukan silang dimana bunga betinanya diketahui dengan pasti, sedangkan bunga jantannya tidak diketahui. Biji legitim merupakan biji yang diperoleh dari penyerbukan silang yang bunga betina dan jantannya diketahui dengan pasti. Sedangkan biji propalegitim merupakan biji yang diperoleh dari penyerbukan silang dimana bunga betinanya diketahui, tetapi bunga jantannya tidak pasti (Anonimus, 2017).

Biji karet selama ini dianggap tidak memiliki nilai ekonomis, hanya dimanfaatkan sebagai benih generatif pohon karet. Selebihnya terbuang sia-sia, padahal biji karet memiliki kandungan minyak nabati yang tinggi, yaitu sekitar 45,6%. Selain itu, per 100 gram daging biji karet mengandung karbohidrat 15,9%; protein 27%; lemak 32,3%, abu 3,96% (Setyawardhani, *et al*, 2011) dengan kandungan mineral per gram daging biji karet 0,85 mg Ca; 0,01 Fe dan 9,29 mg Mg (Eka *et al*, 2010).

Kandungan gizi yang tinggi dari biji karet terutama protein, sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Hal ini sesuai dengan pendapat Kasmirah (2012) yang menyatakan bahwa biji karet mengandung protein dan energi metabolis yang tinggi.

Prospek Biji Karet Sebagai Pakan Ternak

Pakan merupakan setiap bahan yang dapat dimakan, disukai, dicerna dan tidak membahayakan bagi kesehatan ternak. Agar bahan dapat disebut dengan pakan maka harus memenuhi persyaratan tersebut. Pakan adalah bahan yang dapat dimakan, dicerna dan diserap baik secara keseluruhan atau sebagian dan tidak menimbulkan keracunan atau tidak mengganggu kesehatan ternak yang mengkonsumsinya (Kamal, 1998 dalam Subekti, 2009).

Pakan merupakan faktor terbesar yang mempengaruhi produktivitas ternak dan memiliki peran yang penting, baik bagi pemenuhan kebutuhan hidup pokok, bunting, laktasi, produksi (telur, daging dan susu), maupun untuk kepentingan kesehatan ternak yang bersangkutan. Kondisi pakan baik kualitas

maupun kuantitas yang tidak mencukupi kebutuhan akan menyebabkan produktivitas ternak menjadi rendah yang ditunjukkan oleh laju pertumbuhan yang lambat serta bobot badan yang rendah. Jenis pakan yang umumnya diberikan pada ternak adalah hijauan dan konsentrat (Sarwono, 2007).

Konsentrat adalah suatu bahan pakan yang dipergunakan bersama bahan pakan lain untuk meningkatkan keserasian gizi dari keseluruhan pakan dan dimaksudkan untuk disatukan dan dicampur sebagai suplemen (pelengkap) atau pakan lengkap (Hartadi *et al.*, 1980).

Dilihat dari komposisi kimianya, kandungan protein tepung biji karet sangatlah tinggi. Selain kandungan protein yang cukup tinggi, pola asam amino biji karet juga sangat baik. Menurut Oyewusi *et al.* (2007), biji karet mengandung 10 – 22% protein dan asam amino esensial. Asam amino yang paling banyak terkandung dalam tepung biji karet adalah asam glutamik, asam aspartik dan leucine sedangkan methionine dan cystine merupakan kandungan asam amino yang terendah.

Biji karet mengandung protein dan energi metabolis yang tinggi sehingga penggunaan tepung biji karet dalam ransum yaitu sebagai sumber energi yang dapat diberikan pada unggas terutama ayam kampung. Berdasarkan kandungan gizinya, biji karet mengandung protein 27,0%, lemak 32,3%, serat kasar 17,58% dan energi metabolis 2707,53 kkal/kg (Sutrisna, 1997). Biji karet juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan ternak dengan membuat tepung biji karet (*Hevea brasiliensi*). Kandungan gizi yang tinggi dari biji karet terutama protein, sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Agar biji karet

dapat dimanfaatkan maka harus diolah terlebih dahulu menjadi konsentrat (Zuhra, 2006).

Walaupun mempunyai kandungan nutrisi relatif baik, biji karet memiliki zat anti nutrisi yaitu asam sianida (HCN) atau *prussic acid*. Asam sianida merupakan salah satu racun yang tergolong kuat dan sangat cepat cara bekerjanya (Murni *et al.*, 2008).

Fermentasi

Fermentasi merupakan suatu reaksi reduksi-oksidasi dalam sistem biologi yang menghasilkan energi. Senyawa organik seperti karbohidrat merupakan donor dan aseptor pada proses fermentasi (Winarno, 1984), pada penelitian yang dilakukan senyawa organik yang digunakan adalah selulosa (RetnoWijayanto & Tri Wuri Hadayani, 2008). Fermentasi dibagi menjadi 3, yakni: Fermentasi permukaan, Sistem fermentasi cair, dan Sistem fermentasi padat

Sistem fermentasi padat umumnya diidentikkan dengan pertumbuhan mikroorganisme dalam partikel pada substrat dalam berbagai variasi kadar air. Substrat padat bertindak sebagai sumber karbon, nitrogen, mineral, dan faktor - faktor penunjang pertumbuhan, dan memiliki kemampuan untuk menyerap air, untuk pertumbuhan mikroba (Tanyildizi *et al.*, 2007)

Mikroorganisme yang tumbuh melalui sistem fermentasi padat berada pada kondisi pertumbuhan di bawah habitat alaminya, mikroorganism tersebut dapat menghasilkan enzim dan metabolisme yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem fermentasi cair. Teknologi biofermentasi dengan menggunakan

kapang merupakan suatu alternatif karena selain dapat melonggarkan ikatan atom hidrogen dalam selulosa juga mampu menghilangkan senyawa beracun, dalam bahan (Jamaton *et al.*, 2000). Fermentasi didefinisikan sebagai perubahan gradual oleh enzim beberapa bakteri, khamir, dan jamur (Hidayat *et al.*, 2006). Fermentasi dapat pula didefinisikan sebagai respirasi dalam lingkungan *anaerobic* dengan tanpa akseptor elektron eksternal (Dirmanto, 2006). Sistem fermentasi padat memiliki lebih banyak manfaat dibandingkan dengan sistem fermentasi cair, diantaranya tingkat produktivitasnya tinggi, tekniknya sederhana, biaya investasi rendah, kebutuhan energi rendah, jumlah air yang dibuang sedikit, recovery produknya lebih baik, dan busa yang terbentuk sedikit. Manfaat lain dari sistem fermentasi padat adalah murah dan substratnya mudah didapat, seperti produk pertanian dan industri makanan (Tanyildizi *et al.*, 2007).

Sistem fermentasi cair (*Submerged Fermentation*) adalah fermentasi yang melibatkan air sebagai fase kontinu dari sistem pertumbuhan sel bersangkutan atau substrat, baik sumber karbon maupun mineral terlarut atau tersuspensi sebagai partikel-partikel dalam fase cair. Fermentasi cair dengan teknik tradisional tidak dilakukan pengadukan, berbeda dengan teknik fermentasi cair modern melibatkan fermentor yang dilengkapi dengan : pengaduk agar medium tetap homogen, aerasi, pengatur suhu (pendinginan dan pemanasan) dan pengaturan pH. Proses fermentasi cair modern dapat dikontrol lebih baik dan hasil lebih seragam dan dapat diprediksi juga tidak dilakukan sterilisasi, namun pemanasan, perebusan dan pengukusan mematikan banyak mikroba *competitor*. (Fajar, 2012).

Proses fermentasi terjadi melalui serangkaian reaksi biokimiawi yang mengubah bahan kering menjadi energi (panas), molekul air (H₂O) dan CO₂. Perubahan bahan kering dapat terjadi karena pertumbuhan mikroorganisme (bakteri asam laktat), proses dekomposisi substrat dan perubahan kadar air. Perubahan kadar air terjadi akibat evaporasi, hidrolisis substrat atau produksi air metabolik. Kadar air mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan dinamika yang terjadi selama proses ensilase karena air dibutuhkan untuk sintesis protoplasma mikroorganisme dan melarutkan senyawa organik (Gervais, 2008).

Hasil dari fermentasi tergantung pada berbagai faktor antara lain sebagai berikut :

Substrat (Medium)

Medium fermentasi menyediakan semua zat gizi yang dibutuhkan oleh mikroba untuk memperoleh energi, pertumbuhan, bahan pembentuk sel dan biosintesis produk-produk metabolisme. Berbagai substrat dapat dipakai untuk melangsungkan fermentasi yaitu molases, sereal, pati, glukosa, sukrosa dan laktosa sebagai sumber karbon, sedangkan asam amino, protein, garam amonium, urea, nitrat, tepung kedelai dan sisa fermentasi sebagai sumber nitrogen. Disamping untuk memenuhi pertumbuhan sel dan pembentukan produk fermentasi, medium yang digunakan juga akan berpengaruh terhadap pH, pembentukan buih, potensial oksidasi dan morfologi mikroba (Rahman, 1989).

Suhu

Suhu sangat berpengaruh terhadap proses fermentasi. Suhu fermentasi sangat menentukan macam mikroba yang dominan selama fermentasi. Setiap makanan yang melalui proses pemasakan, harus benar-benar didiamkan hingga dingin sebelum diberikan mikroba (ragi). Selain itu, setiap mikroba memiliki suhu minimal, suhu maksimal serta suhu optimal pertumbuhan. Pada suhu optimal ini, mikroba dapat berkembang dengan sangat baik dan mempercepat proses fermentasi yang berlangsung. Misalnya fermentasi pada pembuatan sayur asin sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Jika konsentrasi asam yang dikehendaki telah tercapai, maka suhu dapat dinaikkan untuk menghentikan fermentasi. Bakteri bervariasi dalam hal suhu optimum untuk pertumbuhan dan pembentukan asam. Kebanyakan bakteri dalam kultur laktat mempunyai suhu optimum 30°C, tetapi beberapa kultur dapat membentuk asam dengan kecepatan yang sama pada suhu 37°C maupun 30°C. Suhu yang lebih tinggi dari 40°C pada umumnya menurunkan kecepatan pertumbuhan dan pembentukan asam oleh bakteri asam laktat, kecuali kultur yang digunakan dalam pembuatan yoghurt yaitu *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* memiliki suhu optimum 40–45°C (Rahman *et al.*, 1992). *Aspergillus niger* dapat tumbuh pada suhu 35°C–37°C (optimum), 6°C–8°C (minimum), 45°C–47°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (aerobik). *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus thermophilus* memiliki suhu optimum 40 – 45°C (Rahman *et al.*, 1992).

Keasaman (pH)

Makanan yang mengandung asam biasanya tahan lama, tetapi jika oksigen cukup jumlahnya dan kapang dapat tumbuh serta fermentasi berlangsung terus, maka daya awet dari asam tersebut akan hilang. Tingkat keasaman sangat berpengaruh dalam perkembangan bakteri. Kondisi keasaman yang baik untuk bakteri adalah 4,5 - 5,5 (Cappucino *et al.*, 2008)

Oksigen

Udara atau oksigen selama proses fermentasi harus diatur sebaik mungkin untuk memperbanyak atau menghambat pertumbuhan mikroba tertentu. Misalnya *Acetobacter* yang penting dalam pembuatan cuka adalah bakteri aerobik yaitu bakteri yang memerlukan oksigen atau ragi yang menghasilkan alkohol dari gula akan lebih baik dalam keadaan anaerobik. Setiap mikroba membutuhkan oksigen yang berbedajumlahnya untuk pertumbuhan atau membentuk sel-sel baru, dan untuk fermentasi.

Waktu

Laju perbanyakan bakteri bervariasi menurut spesies dan kondisi pertumbuhannya. Pada kondisi optimal, bakteri akan membelah sekali setiap 20 menit. *Aspergillus niger* dapat tumbuh dengan cepat, diantaranya digunakan secara komersial dalam produksi asam sitrat, asam glukonat dan pembuatan beberapa enzim seperti amilase, pektinase, amiloglukosidase dan selulase. Untuk beberapa bakteri waktu generasi yaitu selang waktu antara pembelahan, dapat dicapai selama 20 menit. Jika waktu generasinya 20 menit

pada kondisi yang cocok sebuah sel dapat menghasilkan beberapa juta sel selama 7 jam.

Pertumbuhan Mikroba

Jenis serta jumlah mikroba yang digunakan selama proses fermentasi akan mempengaruhi hasil fermentasi. Jika jumlah mikroba yang digunakan terlalu sedikit, maka hasil fermentasi tidak akan menjadi sempurna. Mikroba yang digunakan dalam proses fermentasi juga harus memenuhi ke empat hal ini, yaitu murni, unggul, stabil dan bukan patogen. Dalam proses fermentasi mikroba juga mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan adalah meningkatnya jumlah kuantitas massa sel dengan cara terbentuknya sel-sel baru. Terjadinya proses pertumbuhan tergantung dari kemampuan sel dalam membentuk protoplasma baru dari nutrisi yang tersedia di lingkungan. Sistem fermentasi padat umumnya diidentikkan dengan pertumbuhan mikroorganisme dalam partikel pada substrat dalam berbagai variasi kadar air. Substrat padat bertindak sebagai sumber karbon, nitrogen, mineral, dan faktor-faktor penunjang pertumbuhan, dan memiliki kemampuan untuk menyerap air, untuk pertumbuhan mikroba (Tanyildizi *et al*, 2007).

Mikroorganisme yang tumbuh melalui sistem fermentasi padat berada pada kondisi pertumbuhan di bawah habitat alaminya, mikroorganisme tersebut dapat menghasilkan enzim dan metabolisme yang lebih efisien dibandingkan dengan sistem fermentasi cair. Sistem fermentasi padat memiliki lebih banyak manfaat dibandingkan dengan sistem fermentasi cair, diantaranya tingkat produktifitasnya tinggi, tekniknya sederhana, biaya

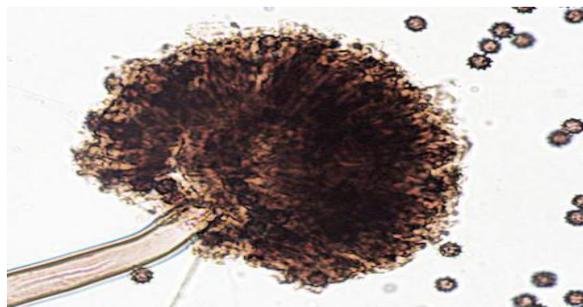
investasi rendah, kebutuhan energy rendah jumlah air yang dibuang sedikit, recovery produknya lebih baik dan busa yang terbentuk sedikit. Sistem fermentasi padat ini dilaporkan lebih cocok digunakan di negara-negara berkembang. Manfaat lain dari sistem fermentasi padat adalah murah dan substratnya mudah didapat, seperti produk pertanian dan industri makanan (Tanyildizi *et al*, 2007).

Dalam sistem fermentasi padat, substrat padat tidak hanya menyediakan nutrien bagi kultur tetapi juga sebagai tempat penyimpanan air untuk sel mikroba. Komposisi dan konsentrasi dari media dan kondisi fermentasi sangat berpengaruh pada pertumbuhan dan produksi enzim ekstraseluler dari mikroorganisme. (Tanyildizi *et al*, 2007).

Aspergillus niger

Secara luas *Aspergillus niger* didefinisikan sebagai suatu kelompok mukosis penyebab dari fotogenosa yang bermacam-macam. Di dalam industri *Aspergillus niger* banyak dipakai dalam proses produksi asam sitrat, sedangkan di dalam laboratorium spesies ini digunakan untuk mempelajari tentang metabolisme pada jamur dan kegiatan enzimatik. *Aspergillus niger* (Gambar 5) termasuk fungi berfilamen penghasil selulase dan *crudeenzyme* secara komersial serta penanganannya mudah dan murah. Fungi-fungi tersebut sangat efisien dalam memproduksi selulase (Hidayat,2016). Menurut Hidayat 2016, ciri-ciri umum dari *Aspergillus niger* antara lain:

- a. Warna konidia hitam kelam atau hitam kecoklatan dan berbentuk bulat.
- b. Bersifat termofilik, tidak terganggu pertumbuhannya karena adanya peningkatan suhu.
- c. Dapat hidup dalam kelembaban nisbi 80.
- d. Dapat menguraikan benzoat dengan hidroksilasi menggunakan enzim benzoat-4 hidroksilase menjadi 4-hidroksibenzoat.
- e. Memiliki enzim 4-hidroksibenzoat hidroksilase yang dapat menghidrolisa 4-hidroksibenzoat menjadi 3,4-dihidroksi benzoat.
- f. Dapat hidup dalam spons (*spons hyrtios proteus*).
- g. Dapat mengakumulasi asam sitrat.



Gambar 5. *Aspergillus niger* perbesaran 100 x 4 (Fivien, 2017)

Menurut Wikipedia, (2016) secara mikroskopis *Aspergillus niger* terlihat memiliki tangkai-tangkai panjang (konidiofor), konidiofor berseptat atau nonseptat yang muncul dari sel kaki, pada ujung konidiofor muncul sebuah gelembung, keluar dari gelembung ini muncul sterigma, pada sterigma muncul konidium–konidium yang tersusun berurutan mirip bentuk untaian mutiara yang

mendukung kepalanya yang besar (vesikel), konidium–konidium ini berwarna hitam dan coklat. Pada kepala ini terdapat spora.

Klasifikasi jamur *Aspergillus niger* menurut Fadli, 2009 sebagai berikut :

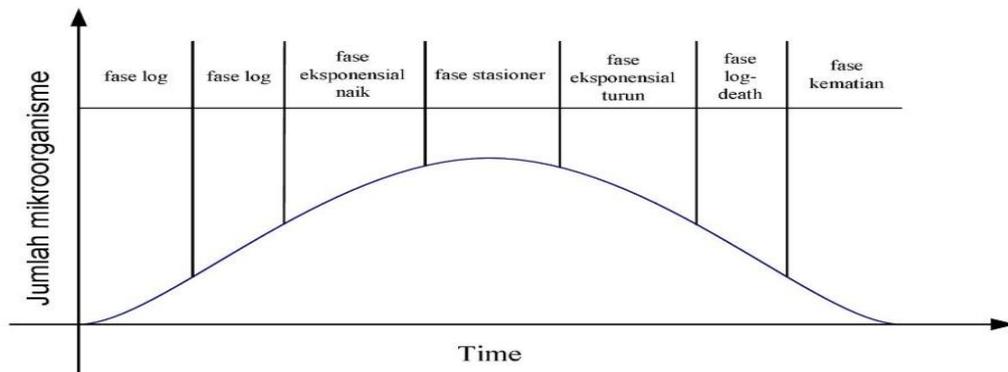
Domain	: <i>Eukaryota</i>
Kingdom	: <i>Fungi</i>
Phylum	: <i>Ascomycota</i>
Subphylum	: <i>Pezizomycotina</i>
Class	: <i>Eurotiomycetes</i>
Order	: <i>Eurotiales</i>
Family	: <i>Trichocomaceae</i>
Genus	: <i>Aspergillus</i>
Spesies	: <i>A. Niger</i>

Aspergillus niger adalah anggota dari genus *Aspergillus* yang mencakup seperangkat jamur yang umumnya dianggap aseksual, meskipun bentuk sempurna (bentuk yang bereproduksi secara seksual) telah ditemukan (Fadli, 2009). *Aspergillus niger* umumnya ditemukan tumbuh sebagai saprofit pada daun mati, gandum yang disimpan, tumpukan kompos, dan vegetasi yang membusuk lainnya. Spora tersebar luas, dan sering dikaitkan dengan bahan organik dan tanah (Dewanto, 2012).

Penggunaan utama dari *Aspergillus niger* adalah untuk produksi enzim dan asam organik dengan cara fermentasi (Dewanto, 2012). *Aspergillus niger* mampu memproduksi enzim selulase, xilanase, β -glukanase, dan protease yang aktif dalam kondisi asam dan netral (Tapingkae *et al.*, 2007). Menurut Gandjar

dan Weeyzar (2006) pertumbuhan kapang mempunyai beberapa fase (Gambar 6), antara lain:

1. Fase lag, yaitu fase penyesuaian sel-sel dengan lingkungan pembentukan enzim-enzim untuk mengurai substrat.
2. Fase akselerasi, yaitu fase mulainya sel-sel membelah dan fase lag menjadi fase aktif.
3. Fase eksponensial, merupakan fase perbanyak jumlah sel yang sangat banyak, aktivitas sel sangat meningkat. Pada awal fase-fase ini kita dapat memanen enzim-enzim dan akhir pada fase ini.
4. Fase deselerasi, yaitu waktu sel-sel mulai kurang aktif membelah, kita dapat memanen biomassa sel atau senyawa yang tidak lagi diperlukan oleh sel.
5. Fase stasioner, yaitu fase jumlah sel yang bertambah dan jumlah sel yang mati relatif seimbang. Banyak senyawa metabolit sekunder yang dapat dipanen pada fase ini.
6. Fase kematian dipercepat, jumlah sel-sel yang mati lebih banyak daripada sel-sel yang masih hidup.
7. Kapang *Aspergillus niger* melewati fase adaptasi dimulai pada jam 8, dilanjutkan dengan fase eksponensial pada jam ke 16-24. Fase stasioner terjadi pada jam ke 40-100, setelah diatas jam ke 100 terjadi penurunan biomassa kapang yang dinamakan fase kematian, dimana biomassa kapang yang mati lebih banyak dari yang tumbuh.



Gambar 6. Fase-fase pertumbuhan mikroba(Buckle *et al.*, 1985)

Aspergillus niger merupakan organisme yang dapat hidup dan berkembang di seluruh dunia (kosmopolit), di daerah tropis dan subtropis, mudah diisolasi dari tanah, udara, air, rempah-rempah, kapas, buah-buahan, gandum, beras, jagung, tebu, ketimun, kopi, teh, coklat serta serasah dedaunan (Fadli, 2009). *Aspergillus niger* dapat tumbuh pada suhu 35°C-37°C(optimum), 6°C-8°C (minimum), 45°C-47°C (maksimum) dan memerlukan oksigen yang cukup (aerobik) (Wikipedia, 2016).

Penggunaan utama dari *Aspergillus niger* adalah untuk produksi enzim dan asam organik dengan cara fermentasi (Dewanto, 2012). Menurut Supartini dan Fitasari (2011) *Aspergillus niger* merupakan kapang yang dapat tumbuh cepat dan menghasilkan beberapa enzim seperti amylase, pectinase, amiloglukosidase dan selulase yang mampu melarutkan NSP (*Non Starch Polysaccharides*) yang berasal dari sel endosperm, sehingga proses pencernaan di dalam usus halus terdegradasi dengan baik. *Aspergillus niger* juga digunakan untuk menghasilkan asam organik seperti asam sitrat dan asam glutamat. Sejarah penggunaan yang aman untuk *Aspergillus niger* terutama berasal dari penggunaannya dalam industri

makanan untuk memproduksi banyak enzim seperti amylase, amiloglukosidase, selulase, laktase, invertase, pectinases, dan protease asam (Bennett, 1990 *cit* Supartini dan Fitasari, 2011).

Hipotesis

Level inokulum *Aspergillus niger* tertinggi (10%) dapat meningkatkan kandungan nutrien terbaik dan menurunkan asam sianida pada biji karet fermentasi.