

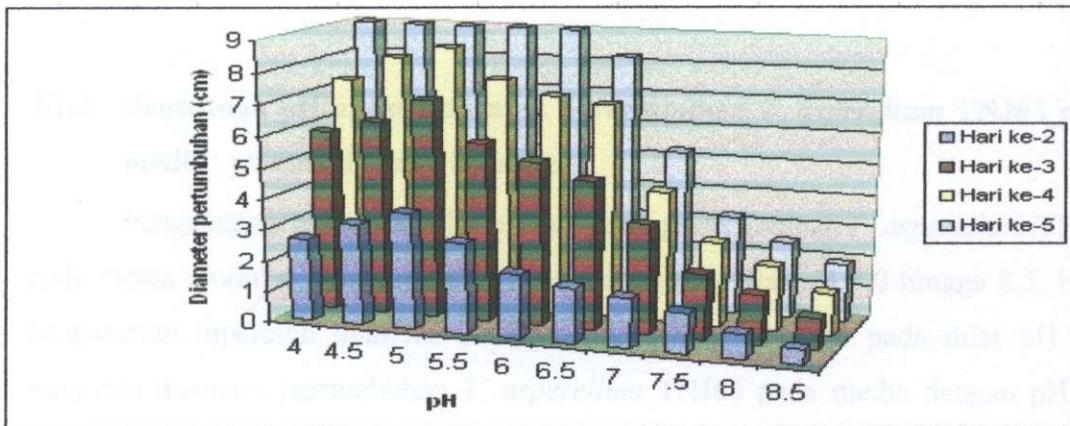
## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

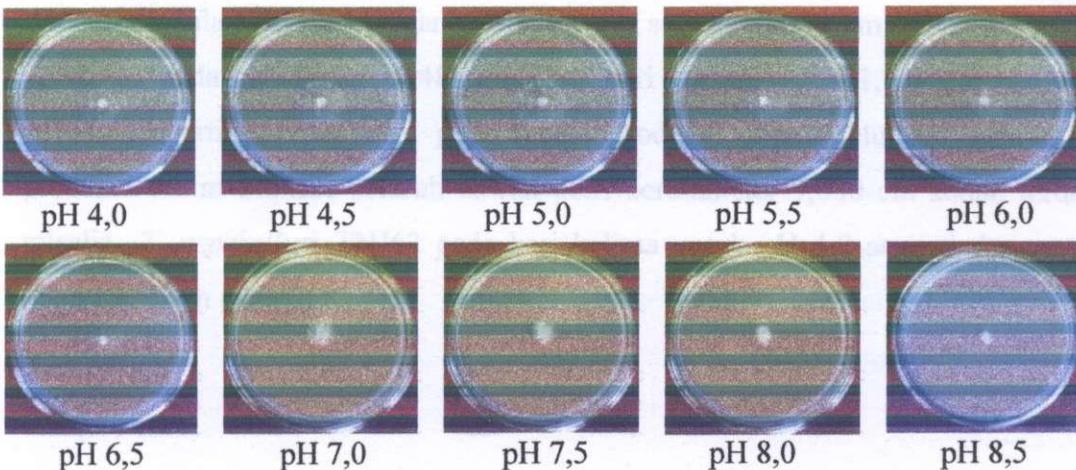
#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Penentuan pH optimum untuk pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase.

Optimalisasi pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 dilakukan dengan beberapa tahap. Pertama mengevaluasi pH yang mampu memberikan pertumbuhan optimum. Pertumbuhan jamur diamati dengan mengukur diameter pertumbuhan koloni *T. asperellum* TNJ63. Diameter pertumbuhan koloni *T. asperellum* TNJ63 dalam media produksi enzim selulase dengan variasi pH ditunjukkan pada gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Grafik pengaruh pH terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase.

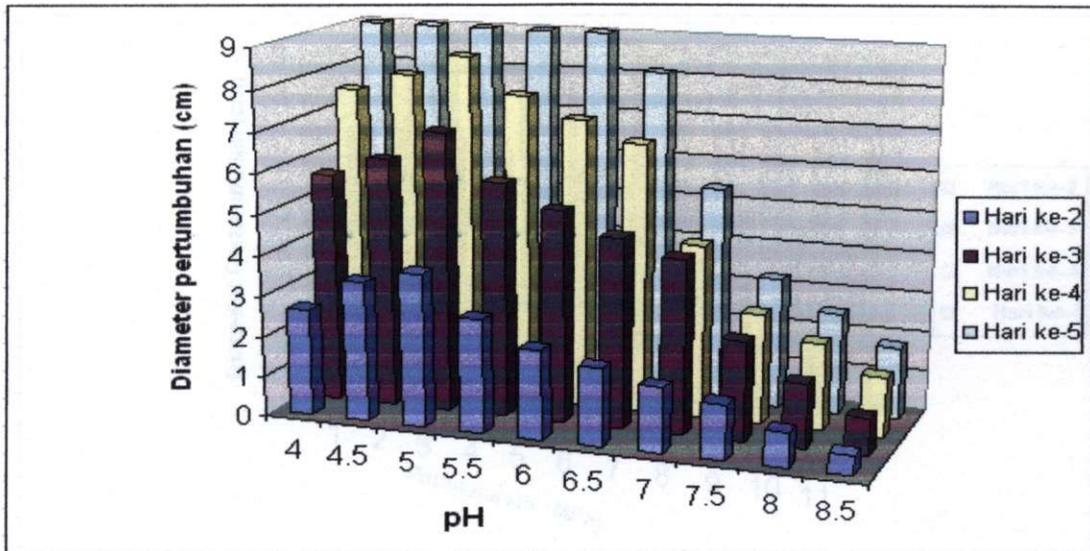


Gambar 6. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase pada hari kedua.

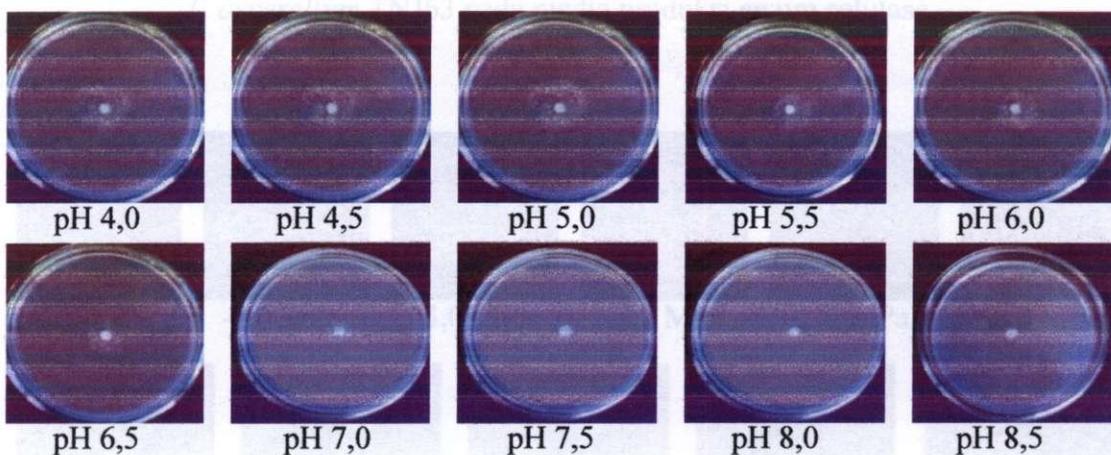
Gambar 5 memperlihatkan pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 yang dipengaruhi pH pada rentang harga 4,0 hingga 8,5. Dijumpai bahwa pH optimum adalah pada pH 5,0. Besar diameter pertumbuhan bervariasi mulai tampak pada hari kedua. Rata-rata diameter pertumbuhan mencapai 3,783 cm pada inkubasi hari kedua, 7,066 cm pada hari ketiga, 8,500 cm pada hari keempat, dan 9,000 cm pada hari kelima pada pH 5,0. Diameter koloni pertumbuhan semakin berkurang pada pH di atas 5,0. Rata-rata diameter pertumbuhan miselium terendah terukur dalam media dengan pH 8,5 yaitu hanya mencapai 1,916 cm pada hari kelima. Pada inkubasi hari kelima dan rentang pH 4,0 sampai dengan 6,0, fungi ini telah memenuhi seluruh permukaan cawan petri yang berdiameter 9,000 cm. Dengan demikian pengamatan hanya dapat dilakukan hingga hari kelima dan meskipun pertumbuhan tercepat dicapai pada pH 5,0, terlihat bahwa *T. asperellum* TNJ63 masih dapat tumbuh dengan baik pada pH 4,0 sampai dengan 6,0.

#### **4.1.2 Penentuan pH optimum untuk pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim kitinase.**

Pengamatan pengaruh nilai pH terhadap pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim kitinase dilakukan antara nilai pH 4,0 hingga 8,5. Hasil pengamatan diperoleh diameter pertumbuhan terbesar adalah pada nilai pH 5,0. Rata-rata diameter pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 pada media dengan pH 5,0 sebesar 3,800 cm pada hari kedua, 6,916 cm pada hari ketiga, 8,500 cm pada hari keempat, dan 9,000 cm pada hari kelima. Rata-rata diameter pertumbuhan terendah ditemukan dalam media dengan pH 8,5 yaitu sebesar 0,500 cm pada hari kedua, 0,916 cm pada hari ketiga, 1,483 cm pada hari keempat, dan 1,800 cm pada hari kelima. Seperti juga teramati pada media produksi enzim selulase, pada media produksi enzim kitinase seluruh cawan petri berdiameter 9,000 cm sudah tertutup miselia *T. asperellum* TNJ63 pada hari kelima untuk pH 4,0 sampai dengan 6,0 (Gambar 7 dan gambar 8).



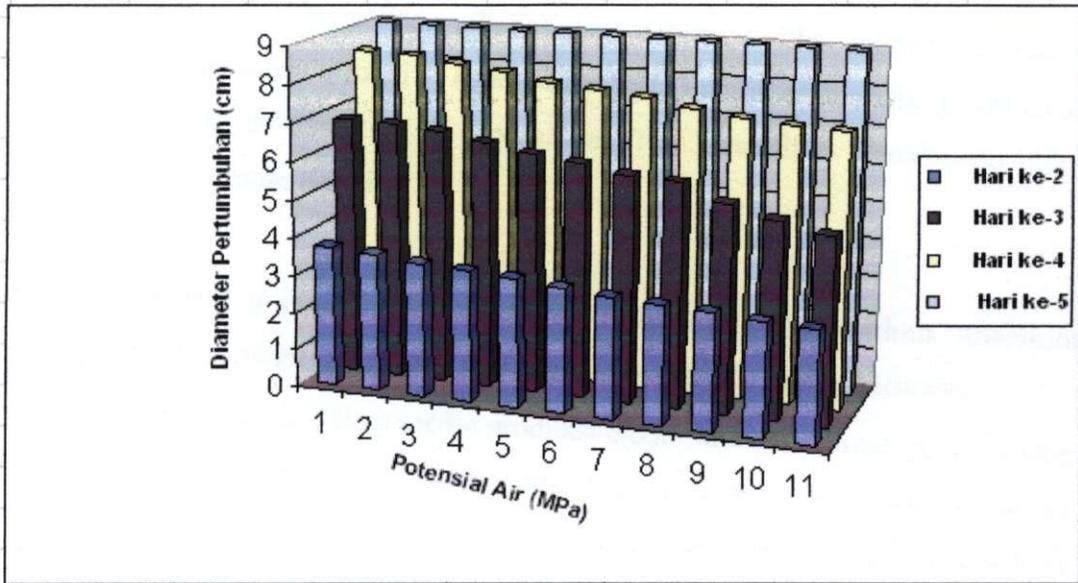
Gambar 7. Grafik pengaruh pH terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim kitinase.



Gambar 8. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase pada hari kedua.

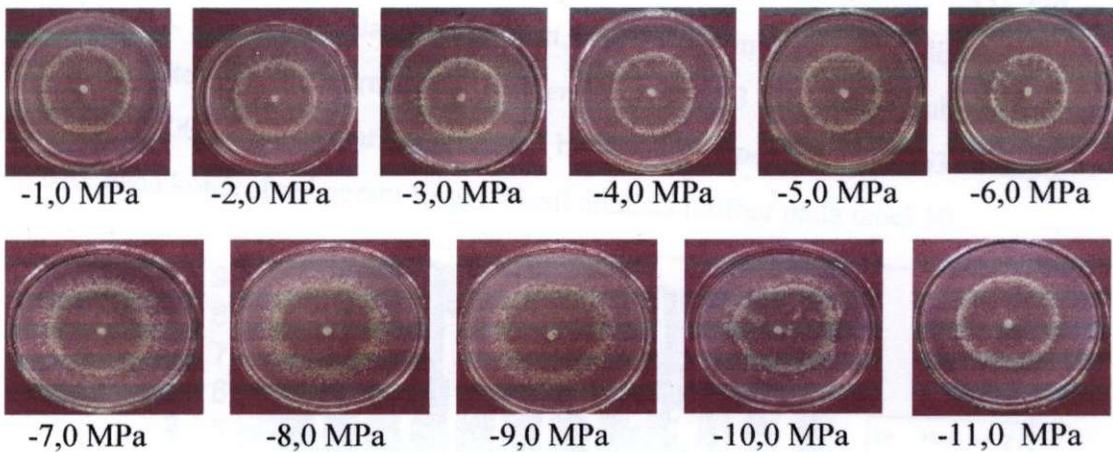
#### 4.1.3. Penentuan potensial air optimum terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase.

Pengamatan pengaruh potensial air terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 dalam media produksi enzim selulase dilakukan pada nilai pH optimum yaitu pH 5,0. Nilai potensial air diamati pada rentang harga -1,0 MPa sampai dengan -11,0 MPa. Pengaturan potensial air dilakukan dengan penambahan garam pada konsentrasi berbeda ke dalam media produksi enzim.



Gambar 9. Pengaruh potensial air terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase.

### Hari ke-3



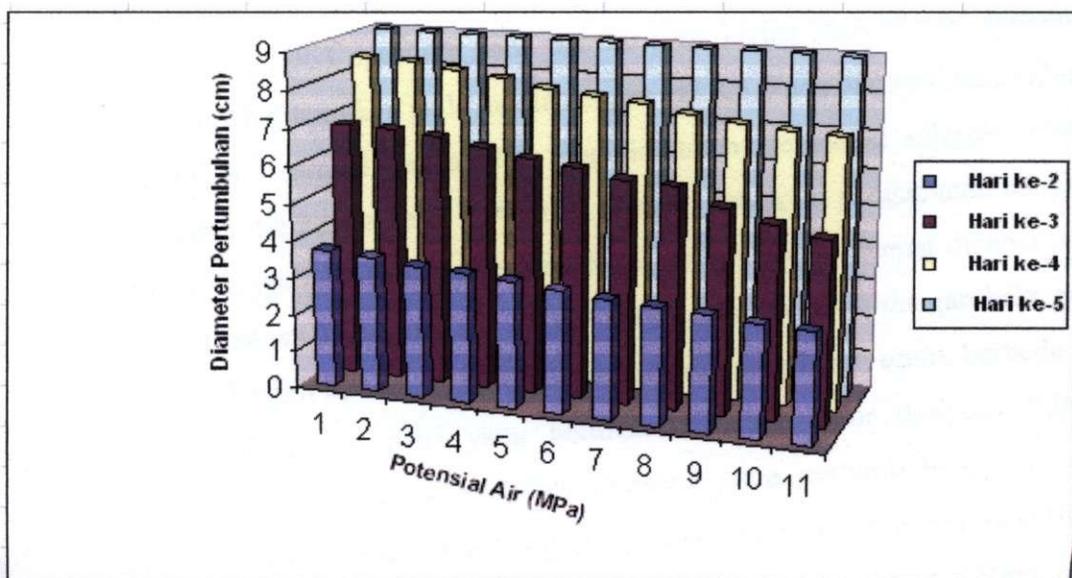
Gambar 10. Pengaruh potensial air terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase pada hari ketiga.

Gambar 9 dan gambar 10 terlihat pertumbuhan koloni *T. asperellum* TNJ63 optimum pada potensial air -1,0 MPa dengan rata-rata diameter sebesar 3,733 cm pada inkubasi hari kedua, 6,850 cm pada hari ketiga, 8,316 cm pada hari keempat, dan 9,000 cm pada hari kelima. Besar diameter koloni fungi terus menurun sampai ke harga potensial air terendah yaitu -11,0 Mpa. Rata-rata diameter pertumbuhan koloni fungi pada media dengan potensial air -11,0 MPa sebesar 2,966 cm pada inkubasi hari kedua, 4,600 cm pada hari ketiga, 7,033 cm pada hari keempat, dan

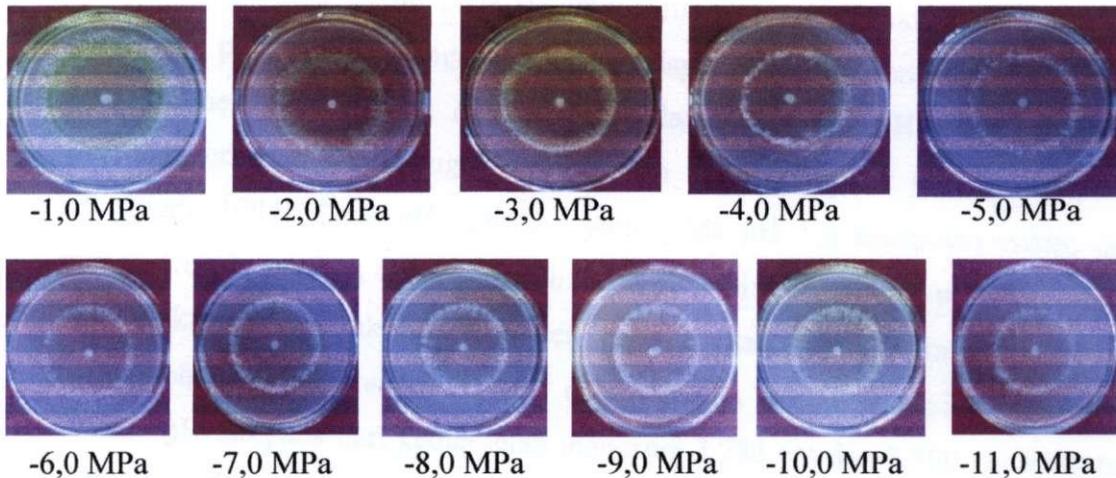
9,000 cm pada hari kelima. Pada inkubasi hari kelima, terlihat seluruh permukaan cawan petri telah dipenuhi fungi *T. asperellum* TNJ63 untuk semua nilai potensial air yang dicoba. Dengan demikian *T. asperellum* TNJ63 memiliki kemampuan hidup pada konsentrasi garam tinggi.

#### 4.1.4. Penentuan potensial air optimum terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim kitinase.

Nilai potensial air dalam media produksi enzim kitinase diamati pada rentang harga -1,0 MPa sampai dengan -11,0 MPa. Pertumbuhan koloni fungi optimum tampak pada media dengan potensial air -1,0 MPa yang rata-rata diameter pertumbuhannya sebesar 3,730 cm pada inkubasi hari kedua, 6,850 cm pada hari ketiga, 8,450 cm pada hari keempat, dan 9,000 cm pada hari kelima. Pertumbuhan koloni terendah ditemukan pada media dengan potensial air sebesar -11,0 MPa yang rata-rata diameter pertumbuhannya 2,950 cm pada inkubasi hari kedua, 4,933 cm pada hari ketiga, 7,233 cm pada hari keempat, dan 9,000 cm pada hari kelima. Pada semua nilai potensial air, ternyata *T. asperellum* TNJ63 dapat tumbuh hingga berdiameter 9,000 cm pada hari kelima. Ini berarti *T. asperellum* TNJ63 mampu hidup baik pada konsentrasi garam tinggi. Hasil analisis terlihat pada tabel 10.



Gambar 8. Pengaruh potensial air terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim kitinase pada hari ketiga.



Gambar 10. Pengaruh potensial air terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim kitinase pada hari ketiga.

## 4.2. Pembahasan

### 4.2.1. Pengaruh pH terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase dan kitinase.

Nilai parameter lingkungan seperti pH dan potensial air sangat mempengaruhi pertumbuhan jamur *T. asperellum* TNJ63 baik dalam media produksi enzim selulase maupun kitinase. Hasil dari penelitian ini ternyata pertumbuhan koloni *T. asperellum* TNJ63 optimum pada pH 5,0 pada kedua jenis media, pertumbuhan koloni terendah ditemukan pada media dengan pH 8,5. Pada inkubasi hari kelima dan rentang pH 4,0 sampai dengan 6,0 fungi ini telah memenuhi seluruh permukaan cawan petri yang berdiameter 9,000 cm. Dengan demikian pengamatan hanya dapat dilakukan hingga hari kelima dan meskipun pertumbuhan tercepat dicapai pada pH 5,0 terlihat bahwa *T. asperellum* TNJ63 masih dapat tumbuh dengan baik pada pH 4,0 sampai dengan 6,0. Hasil ini tidak menutup kemungkinan untuk berbeda apabila kita memakai cawan petri yang berdiameter lebih besar daripada 9,000 cm. Perubahan pH lingkungan berakibat langsung pada pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 dan enzim yang dihasilkannya. Organisme-organisme sel jamur bekerja dalam proses metabolismenya menggunakan enzim dan *T. asperellum* TNJ63 memiliki kemampuan menghasilkan enzim selulase dan kitinase, untuk menggunakan selulosa dan kitin sebagai sumber karbon utama.

Protein atau enzim pada umumnya mempunyai struktur ion yang sangat tergantung pada pH lingkungannya. Enzim dapat berbentuk ion positif, ion negatif, atau ion bermuatan ganda (zwitter ion), dan perubahan pH akan berpengaruh langsung terhadap gugus-gugus asam amino dan karboksilat pada protein enzim (Poedjiadi, 1994). Pada pH optimum yaitu pada pH 5,0 kecepatan enzim dalam menghidrolisis selulosa dan kitin lebih cepat dibandingkan variasi pH yang lain. Hal ini dibuktikan dari ukuran diameter pertumbuhan, dimana rata-rata diameter pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 dalam media produksi enzim selulase dan kitinase pH 5,0 pada hari kedua telah mencapai 3,783 cm dan 3,800 cm lebih besar daripada rata-rata diameter pertumbuhan fungi pada variasi pH yang lain. Pada penelitian ini diperoleh pH ekstrim 8,5 dan diameter pertumbuhannya lebih kecil daripada variasi pH yang lain. Meski demikian *T. asperellum* TNJ63 masih dapat hidup pada pH 8,5, walaupun pertumbuhannya cukup terhambat.

Perlakuan pH ekstrim dapat menyebabkan terjadinya denaturasi protein enzim, sehingga merusak struktur primer, sekunder, tersier protein enzim yang penting bagi aktivitas katalitiknya (Lehninger, 1997). Turunnya aktivitas katalitik enzim menyebabkan selulosa dan kitin tidak terhidrolisis sempurna. Enzim selulase umumnya digunakan untuk mendegradasi selulosa menjadi monomer glukosa dengan cara menghidrolisis ikatan  $\beta$ -1,4 glikosidik. Enzim kitinase mengubah kitin tak larut atau molekul kristalinnnya menjadi produk yang larut dalam air, menghasilkan energi dan karbon atau nitrogen untuk pertumbuhan fungi. Ketersediaan nutrisi yang kurang akibat hidrolisis substrat yang tidak sempurna, dapat mengganggu proses metabolisme sel fungi. Hal ini dapat menghambat pembelahan sel-sel fungi dan pertumbuhan fungi dapat terhenti.

#### **4.2.2 Pengaruh potensial air terhadap pertumbuhan miselium jamur *T. asperellum* TNJ63 pada media produksi enzim selulase dan kitinase.**

Hasil penelitian terhadap pertumbuhan koloni *T. asperellum* TNJ63 menunjukkan bahwa pertumbuhan sebanding dengan nilai potensial air. Semakin tinggi nilai potensial air dari kedua tipe media pertumbuhan, maka pertumbuhan *T. asperellum* TNJ63 juga semakin tinggi. Pada potensial air, yaitu -1,0 Mpa ternyata pertumbuhan optimal terjadi karena didukung oleh ketersediaan nutrisi yang tinggi

akibat tingginya jumlah substrat yang terlarut dalam air (Purnomo, 1995). Karena potensial air berbanding terbalik dengan volume molal larutan berarti, semakin tinggi potensial air maka volume molal larutan semakin sedikit.

Potensial air dipengaruhi oleh potensial zat terlarut dan potensial tekanan. Pengaruh zat terlarut dalam air murni akan menurunkan konsentrasi molekul air dan potensial air. Potensial air zat terlarut selalu bernilai negatif. Potensial tekanan cenderung memaksa air untuk berpindah dari satu tempat ke tempat lain. Hal ini terjadi ketika air memasuki sel hidup secara osmosis, tekanan di dalam sel akan meningkat sehingga sel kaku dan potensial tekanan meningkat. Potensial tekanan bernilai positif (Salisbury dan Ross, 1992).

Pertumbuhan miselium fungi di dalam media yang nilai potensial airnya lebih rendah daripada nilai potensial air sel fungi itu sendiri akan terhambat. Hal ini karena air akan meninggalkan sel secara osmosis melalui membran di permukaan sel. Pertama, air akan keluar dari sitoplasma dan kemudian dari vakuola. Protoplasma yang merupakan cairan sel yang dikelilingi oleh dinding sel akan mengerut dan keluar dari dinding sel. Sel mengalami plasmolisis. Air akan terus meninggalkan protoplasma sampai potensial air di dalam sel sama dengan potensial air media. Hilangnya air dari dalam sel akan menyebabkan sel mengecil dan menghambat metabolisme sel tersebut. Terganggunya proses metabolisme sel mengakibatkan proses pembelahan sel menjadi lambat dan pertumbuhan fungi terhambat (Volk dan Wheeler, 1998).

Pengaturan potensial air dilakukan dengan penambahan garam karena mempunyai sifat mengikat air sehingga menyebabkan terjadinya tekanan osmosis pada media. Pengaturan potensial air tidak bergantung pada kualitas garam yang digunakan sebagai osmotikum tetapi bergantung pada konsentrasi garam yang digunakan dalam media (Kredics dkk., 2000).

Hasil penelitian yang telah dilakukan Kredics (2000) menunjukkan bahwa pertumbuhan koloni *T. harzianum* T66 tumbuh optimum pada potensial air -0,44 MPa. Pada potensial air tersebut kecepatan pertumbuhan koloni *T. harzianum* T66 mencapai 36,000 mm/hari. Pertumbuhan koloni *T. harzianum* T66 paling rendah diperoleh pada nilai potensial air -11,0 Mpa. Pada suhu 10<sup>0</sup>C dan 25<sup>0</sup>C, *T. harzianum* T66 tidak bisa tumbuh lagi pada potensial

air -11 Mpa, sedangkan *T. asperellum* TNJ63 masih mampu tumbuh baik pada potensial air -11 MPa pada suhu kamar Indonesia  $\pm 30^{\circ}\text{C}$  sampai dengan  $37^{\circ}\text{C}$ . Hal ini memperlihatkan bahwa *T. asperellum* TNJ63 lebih toleran pada konsentrasi garam tinggi daripada *T. harzianum* T66.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada potensi pengembangan *T. asperellum* TNJ63 untuk biokontrol yang bersifat xerotoleran, yaitu toleran terhadap konsentrasi garam tinggi ( potensial air rendah dan kadar air rendah ), seperti yang ditemui pada keadaan kekeringan air. Sifat ini memungkinkan untuk pemanfaatannya pada tanah-tanah perkebunan yang memiliki potensial air rendah, misalnya lahan kering dan daerah payau (salinitas tinggi). *T. asperellum* TNJ63 juga mampu hidup di daerah kondisi sedikit asam sehingga dapat diaplikasikan pada daerah gambut. Hasil penelitian yang dilakukan Labusa (1976) ternyata menunjukkan kapang mulai mampu hidup pada nilai  $a_w$  0,7 atau pada nilai potensial air -51 MPa. Adalah penting mengembangkan galur-galur biokontrol yang lebih tahan stress (kondisi lingkungan menekan) daripada patogen yang akan dikendalikannya (Kredics dkk., 2004).

Penyesuaian pertumbuhan jamur *T. asperellum* TNJ63 terhadap sistem lingkungan (pengaruh pH dan potensial air yang bervariasi) menunjukkan suatu mekanisme yang penting sehingga akan lebih memungkinkan fungsi penghasil enzim tersebut dapat berperan sebagai biokontrol yang potensial karena kemampuannya sebagai mikoparasit yang mampu melawan jamur patogen tanaman.