

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gejala Serangan Penyakit Hawar Daun (*Helminthosporium turcicum*)

Berdasarkan hasil pengamatan, diketahui bahwa jamur *Helminthosporium turcicum* yang menginfeksi daun jagung menghasilkan perkembangan gejala penyakit hawar daun. Gejala penyakit hawar daun pertama kali terlihat pada tanaman jagung saat berumur 25 HST.



Gambar 8. Kenampakan gejala penyakit hawar daun yang disebabkan oleh jamur *Helminthosporium turcicum*.

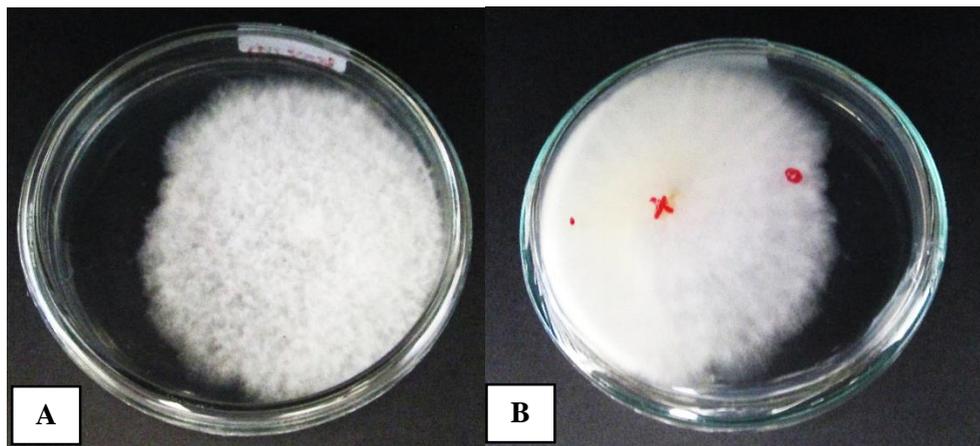
Keterangan : A. (lihat tanda panah) gejala tingkat keparahan rendah umur 25 hst ; B. (lihat tanda panah) gejala tingkat keparahan sedang umur 32 hst ; C dan D. (lihat tanda panah) gejala tingkat keparahan tinggi umur 46 hst.

Gejala penyakit hawar daun jagung diawali dengan muncul bercak kecil berwarna coklat kehijauan berbentuk lonjong, kemudian bercak berkembang menjadi ukuran yang lebih lebar 5-15 cm. zona hitam terbentuk pada bercak yang merupakan miselium jamur *Helminthosporium turcicum*. Satu gejala bercak yang semakin melebar dapat bersatu dengan bercak yang lain dan kemudian bercak

akan mengering sehingga menyebabkan jaringan daun mati (gejala nekrosis) (Gambar 8). Hal ini didukung oleh Semangun (2004) bahwa beberapa bercak dapat bersatu membentuk bercak yang lebih besar sehingga dapat mematikan jaringan daun dan pertanaman jagung yang tertular berat tampak seperti habis terbakar.

Isolasi dan Identifikasi Patogen *Helminthosporium turcicum*

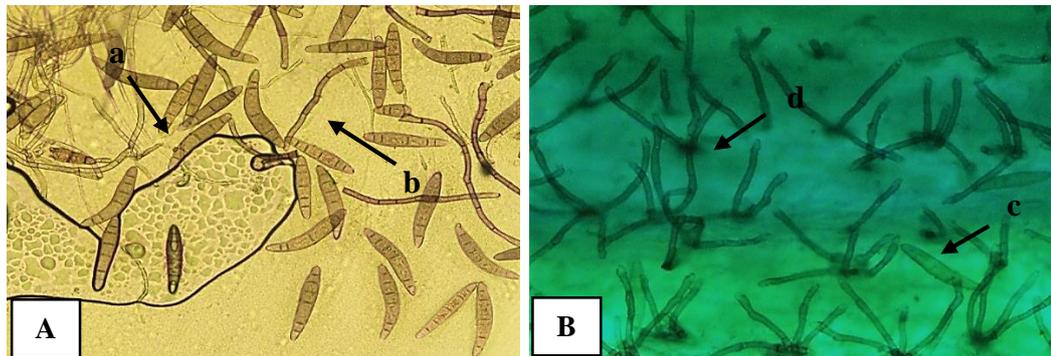
Hasil pengamatan isolasi patogen *Helminthosporium turcicum* dari hasil perbanyakan didapatkan biakan murni pada media PDA (Gambar 9). Pada pengamatan biakan murni yang berumur 7 hari didapatkan ciri-ciri makroskopis patogen *Helminthosporium turcicum* yaitu koloni berwarna putih. Koloni bagian bawah pada bagian tengah berwarna putih kekuningan. Tipe persebaran konsentris, membulat dengan tekstur permukaan koloni yang agak kasar seperti kapas, kerapatan rapat, dan ketebalan agak tipis. Ukuran diameter saat berumur 7 hari yaitu sebesar 7 cm.



Gambar 9. Makroskopis *Helminthosporium turcicum* biakan murni umur 7 hari.
Keterangan : A. Kenampakan isolat pada bagian depan di media PDA ; B. Kenampakan isolat pada bagian belakang di media PDA.

Pada pengamatan karakteristik mikroskopis dari isolat patogen *Helminthosporium turcicum* didapatkan konidia berbentuk oval atau elips, konidia lurus agak melengkung, konidia memiliki hilum sedikit menonjol dan terdiri dari 7 septa dengan panjang 61.59 μm , konidium mempunyai hilum yang menonjol dengan jelas, dapat dilihat pada (Gambar 10). Menurut Gupta (2002) konidia memiliki hilum yang menonjol dengan jelas yang merupakan ciri khas dari *Helminthosporium turcicum*. Konidium *Helminthosporium turcicum* lurus atau agak melengkung, jorong atau berbentuk gada terbalik, pucat atau berwarna coklat

jerami, halus, mempunyai 4-9 sekat dengan panjang 50-144 μm , dibagian yang paling lebar berukuran 18-33 μm , kebanyakan 20-24 μm (Semangun, 2004).



Gambar 10. Mikroskopis Jamur *Helminthosporium turcicum*

Keterangan : A. Mikroskopis jamur *Helminthosporium turcicum* tanpa pewarnaan ; B. mikroskopis jamur *Helminthosporium turcicum* menggunakan pewarnaan metylen blue ; a dan c. Makro konidia ; b. hifa bersekat ; d. Hifa bersekat pada permukaan jaringan daun jagung, perbesaran 40 \times 10 μm .

Isolasi Jamur Dari Endofit Daun Jagung

Jamur endofit dapat diisolasi dari semua bagian dari tumbuhan, baik bagian akar, batang, daun bahkan bunga. Pada penelitian daun tanaman jagung menjadi objek pengamatan dan eksplorasi jamur endofit. Zakaria *et al.*, (2010) menyatakan dari hasil penelitiannya bahwa isolat jamur endofit lebih banyak ditemukan pada bagian daun yaitu sejumlah 53 isolat pada bagian daun, 11 isolat pada bagian batang, dan 8 isolat pada bagian akar. Inco *et al.*, (2010) menyatakan bahwa daun memiliki topografi dan sifat fisik yang sering berubah, serta mampu menyediakan habitat yang beragam bagi bermacam-macam komunitas mikroorganisme. Tiga varietas jagung yang akan digunakan untuk pengambilan sampel, masing-masing menghasilkan jumlah dan isolat yang beragam (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil isolasi jamur pada daun tanaman jagung

| No | Kode Isolat | Keterangan | No | Kode Isolat | Keterangan |
|----|-------------|--------------------------|----|-------------|--------------------------|
| 1 | Dul1 | <i>Colletotrichum</i> sp | 16 | Null1 | <i>Curvularia</i> sp |
| 2 | Dul2 | Hifa steril | 17 | Null2 | Tidak teridentifikasi |
| 3 | Dul3 | Hifa steril | 18 | Null3 | <i>Acremonium</i> sp |
| 4 | Dul4 | Tidak teridentifikasi | 19 | Null4 | <i>Acremonium</i> sp |
| 5 | Dul5 | Tidak teridentifikasi | 20 | Null11 | Tidak teridentifikasi |
| 6 | Dul6 | <i>Fusarium</i> sp | 21 | Null12 | <i>Curvularia</i> sp |
| 7 | Dull1 | <i>Colletotrichum</i> sp | 22 | Pul1 | <i>Fusarium</i> sp |
| 8 | Dull2 | <i>Curvularia</i> sp | 23 | Pull1 | Tidak teridentifikasi |
| 9 | Dull3 | Hifa steril | 24 | Pull2 | <i>Paecilomyces</i> sp |
| 10 | Dull11 | <i>Curvularia</i> sp | 25 | Pull3 | <i>Curvularia</i> sp |
| 11 | Dull12 | Tidak teridentifikasi | 26 | Pull4 | Hifa steril |
| 12 | Dull13 | Hifa steril | 27 | Pull5 | Hifa steril |
| 13 | Dull14 | Hifa steril | 28 | Pull11 | Hifa steril |
| 14 | Nul1 | <i>Curvularia</i> sp | 29 | Pull12 | <i>Colletotrichum</i> sp |
| 15 | Nul2 | Hifa steril | 30 | Pull13 | <i>Curvularia</i> sp |

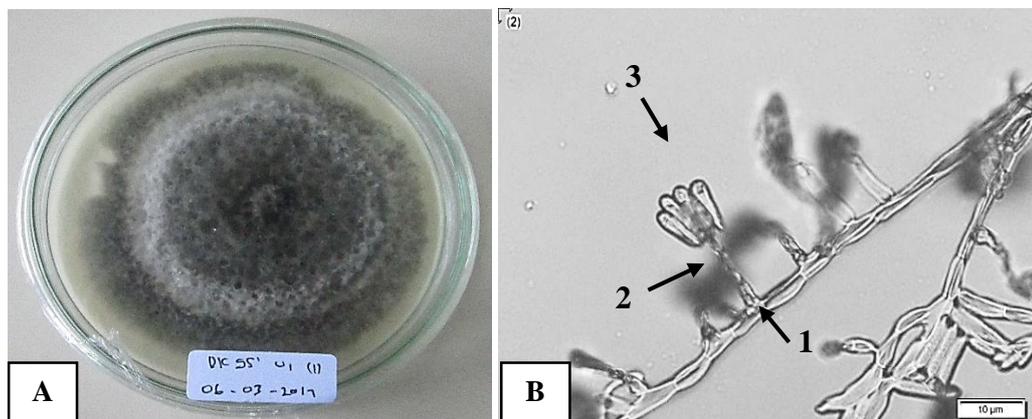
Isolat jamur endofit yang ditemukan dari isolasi ini berjumlah 30 isolat jamur yang bersifat patogenik dan non patogenik. Hasil isolasi yang beragam jenis dan jumlahnya diduga karena perbedaan varietas yang digunakan. Sesuai dengan Petrini (1992), yang menyebutkan bahwa kelimpahan dan keragaman jamur endofit dalam mengkolonisasi inang dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya perbedaan varietas inang tanaman, lokasi pengambilan sampel, curah hujan serta aspek budidaya.

Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Tiga Varietas Tanaman Jagung **Hasil isolasi dan identifikasi jamur endofit pada jagung varietas DK95**

1. *Colletotrichum* sp kode isolat Dul1

Berdasarkan pengamatan makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu yang berada di tengah dan berwarna putih pada bagian tepi, dan pada bagian belakang berwarna abu-abu kehitaman (Gambar 11). Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata dan memusat, mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak halus, kerapatan agak renggang, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 8 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin (Gambar 11). Konidiofor berbentuk tegak, ramping, ujung menyempit, panjang 7.75 μm dan lebar 2.07 μm , konidia berwarna hialin berbentuk bulan sabit dengan ujung tumpul, terdiri dari 1 sel, tidak memiliki sekat. Menurut Wattanabe (2002) konidiofor hialin, tegak ramping, konidia berbentuk seperti bulan sabit, berwarna hialin dan terdiri dari 1 sel.



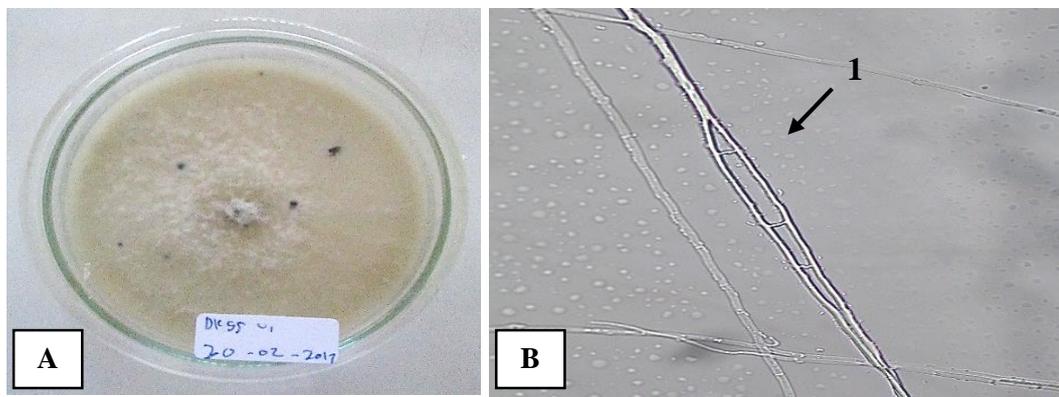
Gambar 11. Jamur *Colletotrichum* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran 40 × 10 μm .

2. Hifa steril kode isolat Dul2

Berdasarkan pengamatan makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan (Gambar 12). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat. Tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak renggang, ketebalan agak tipis, ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat dan berwarna hialin serta tidak ditemukan konidia (Gambar 12).



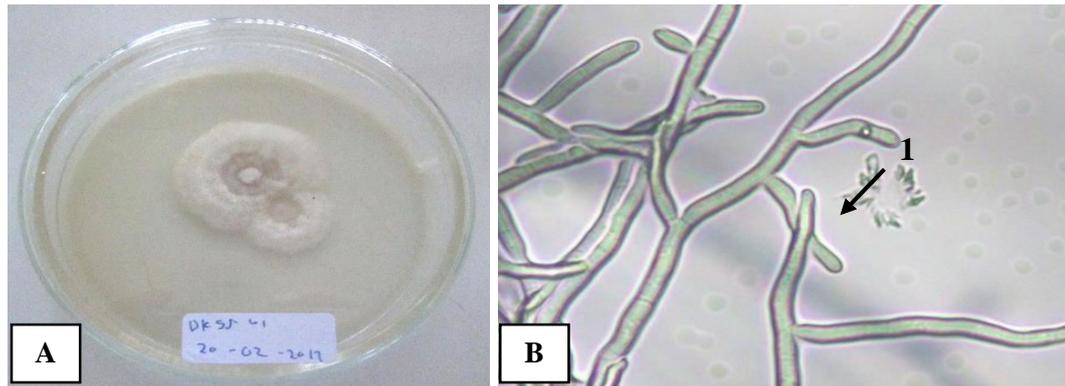
Gambar 12. Jamur hifa steril.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. hifa bersekat, perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

3. Hifa steril kode isolat Dul3

Berdasarkan pengamatan makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang putih kekuningan (Gambar 13). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata, dan menyebar, mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 6,7 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat dan berwarna hialin serta tidak ditemukan konidia (Gambar 13).



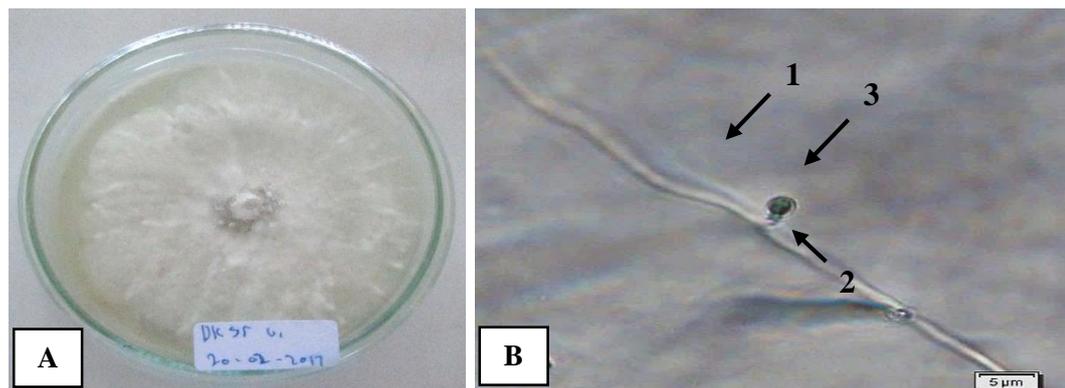
Gambar 13. Jamur hifa steril.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

4. Tidak teridentifikasi kode isolat Dul4

Berdasarkan pengamatan makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan (Gambar 14). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan menyebar, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa tidak bersekat dan berwarna hialin, konidiofor terbentuk tegak dan tipis berwarna hialin tidak bersekat (Gambar 14). Panjang konidiofor $1.44 \mu\text{m}$, mikrokonidia 1 sel. konidia berbentuk elips berwarna hijau tua, panjang konidia $2.49 \mu\text{m}$ dan lebar $2.08 \mu\text{m}$.



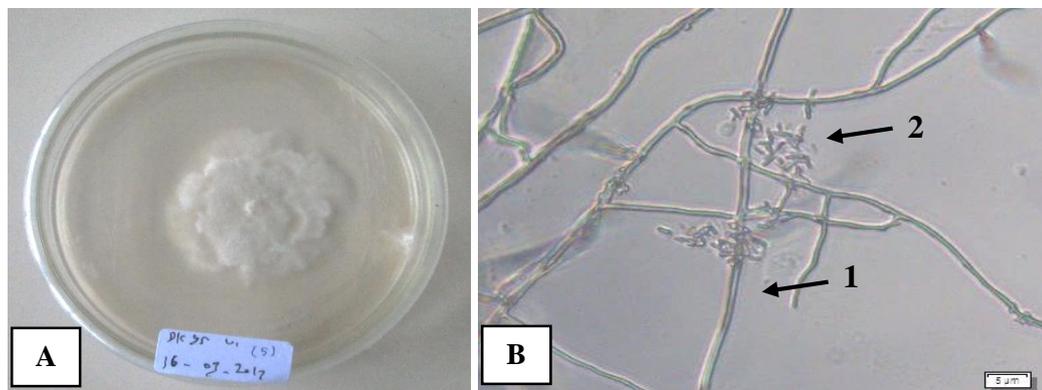
Gambar 14. Jamur tidak teridentifikasi.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa tidak bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia, Perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

5. Tidak teridentifikasi kode isolat Du15

Berdasarkan pengamatan makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih (Gambar 15). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan menyebar, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan tipis. Ukuran diameter 4 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa tidak bersekat dan berwarna hialin. konidia berbentuk basil berwarna coklat (Gambar 15).



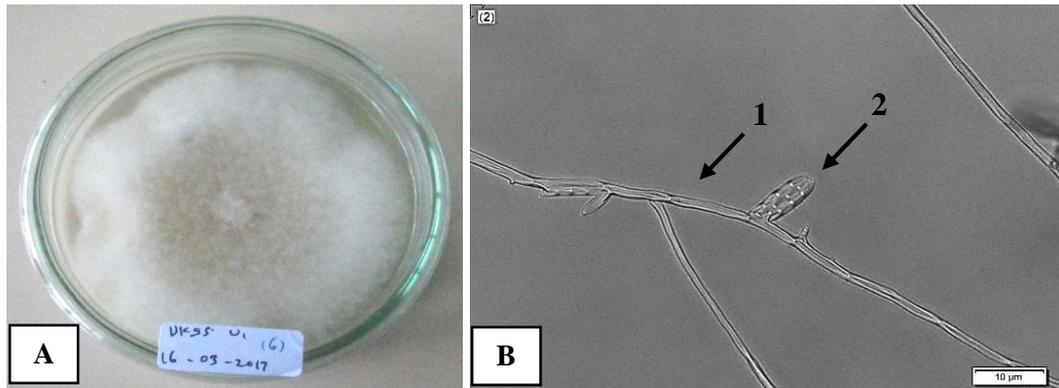
Gambar 15. Jamur Tidak teridentifikasi.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis. 1. Hifa tidak bersekat ; 2. Konidia ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

6. *Fusarium* sp kode isolat Du16

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan (Gambar 16). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan halus seperti kapas, kerapatan rapat, ketebalan tebal. Ukuran diameter ketika berumur 7 hari 7,8 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin, konidiofor tidak bersekat, berbentuk ramping ujung menyempit tidak bercabang. Konidia berwarna hialin, berbentuk bulan sabit, bersekat, sebaran bergerombol di sekitar konidiofor, panjang $9.47 \mu\text{m}$ dan lebar $1.77 \mu\text{m}$ (Gambar 16). menurut Barnnet and Hunter (1998), miselium seperti kapas pada kultur, bersekat, konidia hialin, mikrokonidia 1 sel, makrokonidia memiliki beberapa sekat.



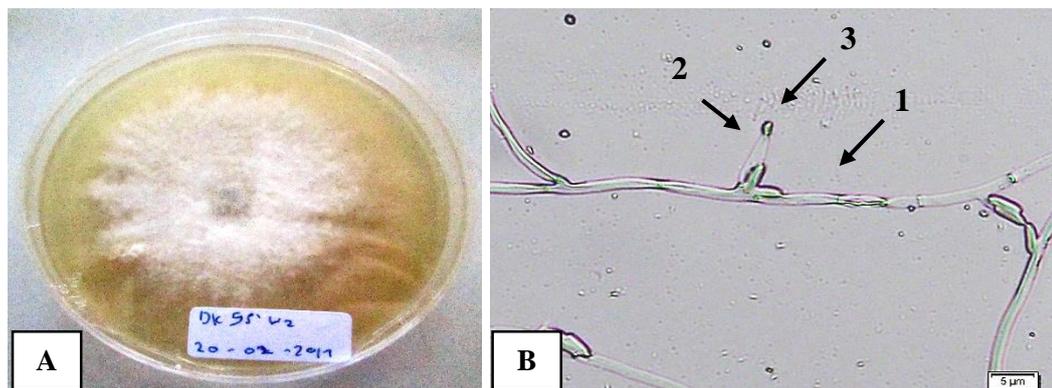
Gambar 16. Jamur *Fusarium* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidia ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

7. *Colletotrichum* sp kode isolat Dull1

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna orange (Gambar 17). Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata, dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal,. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari 7,8 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin, konidiofor berbentuk tegak, berwarna hialin, ramping, ujung menyempit. Konidia berwarna hialin berbentuk silindris dengan ujung tumpul, tidak memiliki sekat, panjang $4.41 \mu\text{m}$ dan lebar $1.77 \mu\text{m}$ (Gambar 17). Menurut Wattanabe (2002) konidiofor hialin, tegak ramping, konidia berbentuk seperti bulan sabit, berwarna hialin.



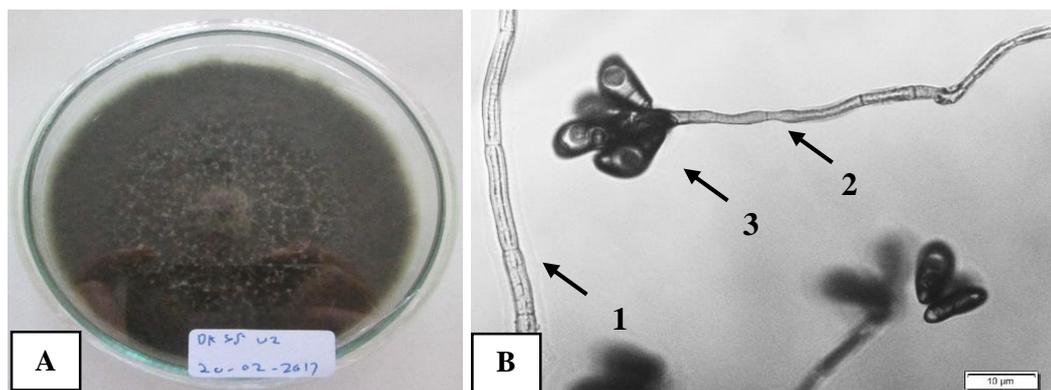
Gambar 17. Jamur *Colletotrichum* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

8. *Curvularia* sp kode isolat Dull2

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 18). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna cokelat gelap. Konidiofor berwarna cokelat gelap, bersekat, berbentuk tegak. Konidia berada diujung konidiofor, panjang konidia 12.38 μm , lebar 4.90 μm . konidia berada di ujung konidiofor dan mempunyai 3 sel (Gambar 18). Menurut Watanabe (2002) menyatakan bahwa konidiofor berwarna cokelat pudar, sederhana, tegak dan ber dinding tebal. Konidia berwarna cokelat pudar, mempunyai 3-5 sel, dan berbentuk agak melengkung.



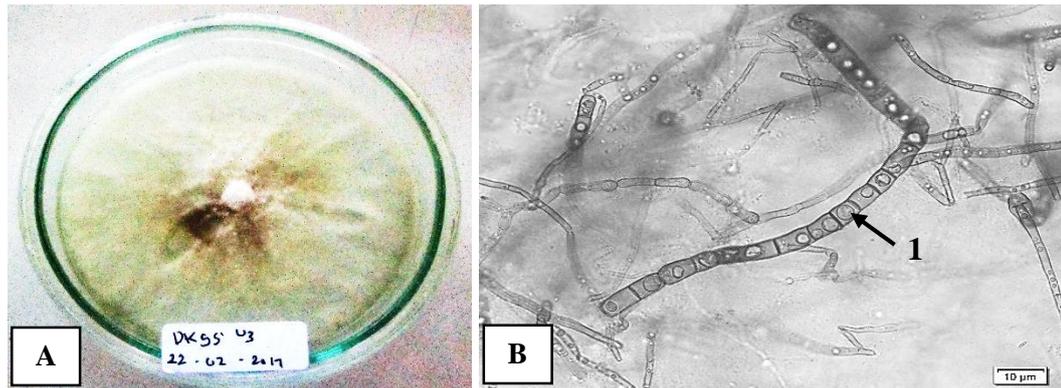
Gambar 18. Jamur *Curvularia* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran 40 x 10 μm .

9. Hifa steril kode isolat Dull3

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih kehijauan dan pada bagian belakang berwarna putih (Gambar 19). Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata, dan memusat, mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak halus, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 7,8 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat dan berwarna cokelat serta tidak ditemukan konidia (Gambar 19).



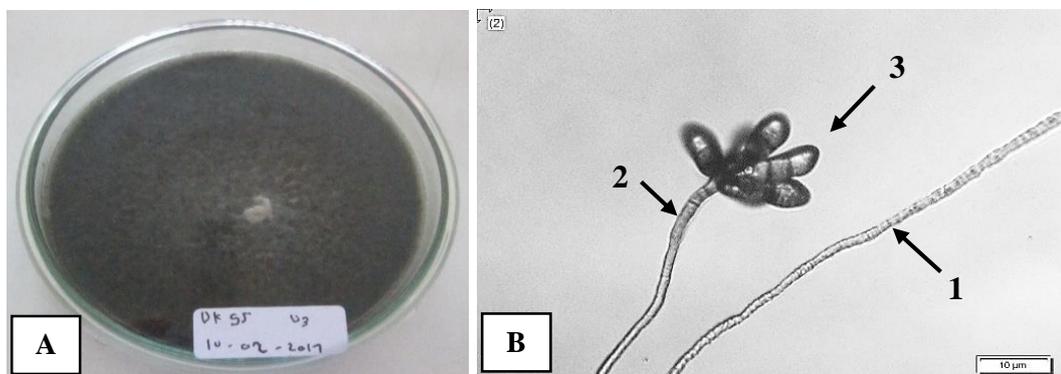
Gambar 19. Jamur Hifa steril.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

10. *Curvularia* sp kode isolat Dulll1

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 20). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna cokelat gelap. Konidiofor berwarna cokelat gelap, bersekat berbentuk tegak. konidia berada di ujung konidiofor, panjang konidia $9.74 \mu\text{m}$ dengan lebar $4.29 \mu\text{m}$ dan berbentuk melengkung. konidia berada di ujung konidiofor dan mempunyai 4 sel (Gambar 20). Menurut Watanabe (2002) menyatakan bahwa konidiofor berwarna cokelat tua, sederhana, tegak dan berdinding tebal. konidia berwarna cokelat gelap, mempunyai 3-5 sel, dan berbentuk agak melengkung.



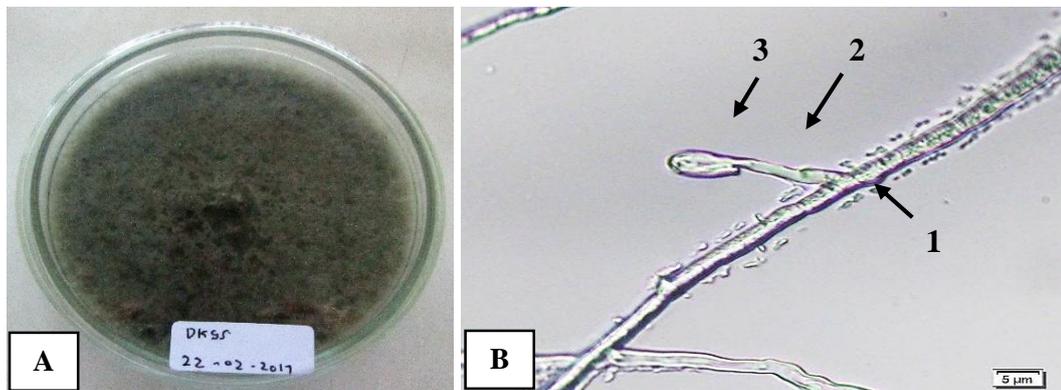
Gambar 20. Jamur *Curvularia* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

11. Tidak teridentifikasi kode isolat Dulll2

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni berwarna putih keabu-abuan, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna hijau kehitaman (Gambar 21). Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata, dan menyebar, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan sangat rapat, ketebalan agak tebal, ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin, konidiofor berbentuk tegak dan tipis, berwarna hialin, tidak bersekat, panjang konidiofor 12.93 μm . konidia berbentuk oval, berwarna hialin, panjang konidia 7.85 μm dan lebar 4.66 μm (Gambar 21).



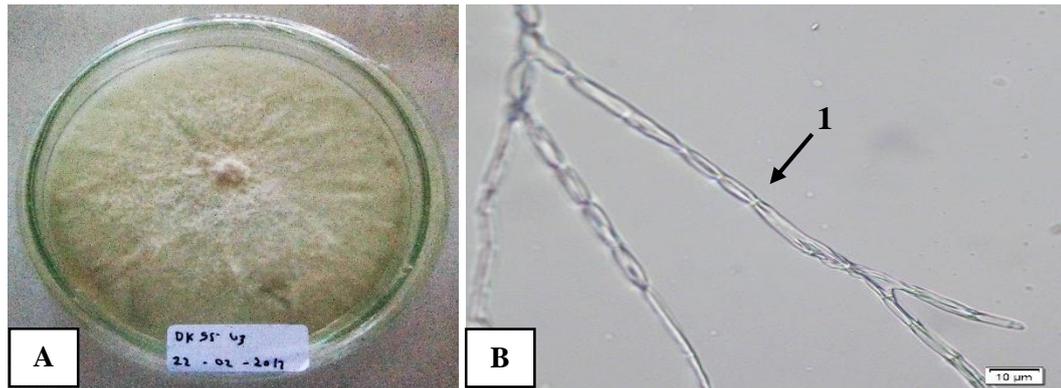
Gambar 21. Jamur tidak teridentifikasi.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran 40 x 10 μm .

12. Hifa steril kode isolat Dulll3

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan (Gambar 22). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan menyebar, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat dan berwarna hialin serta tidak ditemukan konidia (Gambar 22).



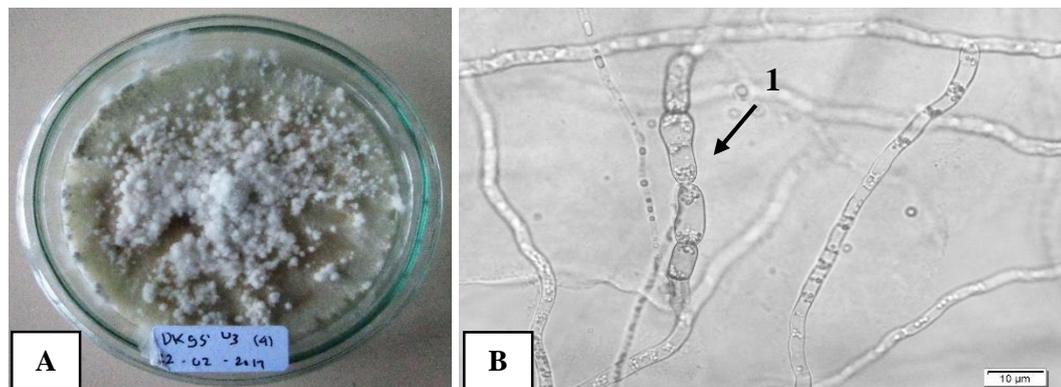
Gambar 22. Jamur Hifa steril.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

13. Hifa steril kode isolat Dulll4

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna orange (Gambar 23) . tipe persebaran berbentuk membulat tidak beraturan, sebaran merata, dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni kasar, kerapatan agak renggang, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat umur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat, hifa mengalami pembengkakan dan berwarna hialin serta tidak ditemukan konidia (Gambar 23).



Gambar 23. Jamur Hifa steril.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

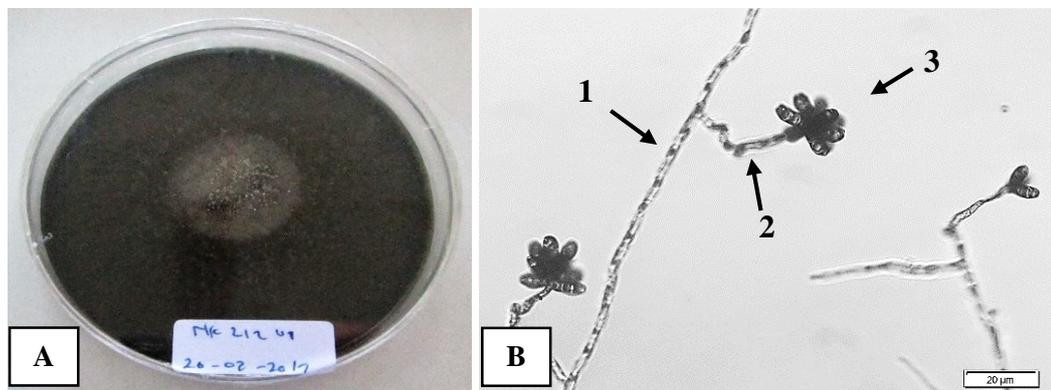
Hasil Isolasi dan Identifikasi Jamur Endofit Pada Jagung Varietas NK212

1. *Curvularia* sp kode isolat Nu1

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada

bagian belakang berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 24). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna cokelat gelap. Konidiofor berwarna cokelat gelap, bersekat, berbentuk tegak. konidia berada diujung konidiofor, panjang konidia 7.75 μm sedangkan lebar 3.43 μm (Gambar 24). dan berbentuk melengkung. Menurut Watanabe, (2002) menyatakan bahwa konidiofor berwarna cokelat tua, sederhana, tegak dan berdinding tebal. konidia berwarna cokelat gelap.



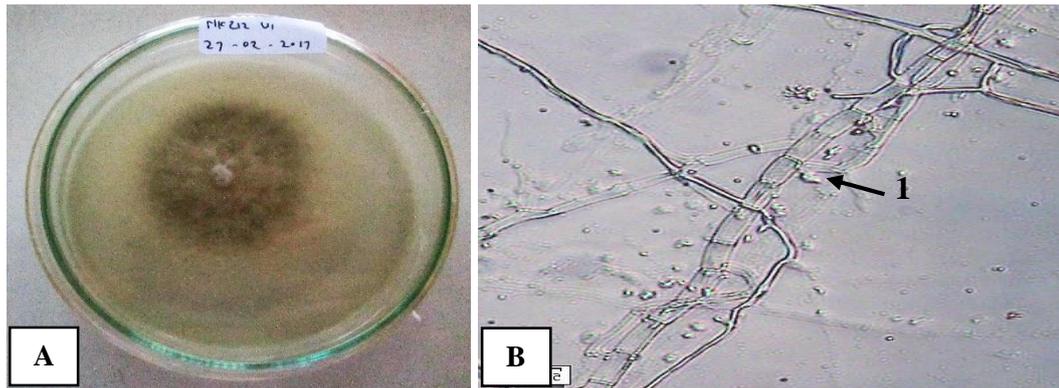
Gambar 24. Jamur *Curvularia* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran 40 \times 10 μm .

2. Hifa steril kode isolat Nul2

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih abu-abu, dan pada bagian belakang berwarna abu-abu (Gambar 25). Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak renggang, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 7 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat dan berwarna hialin serta tidak ditemukan konidia (Gambar 25).



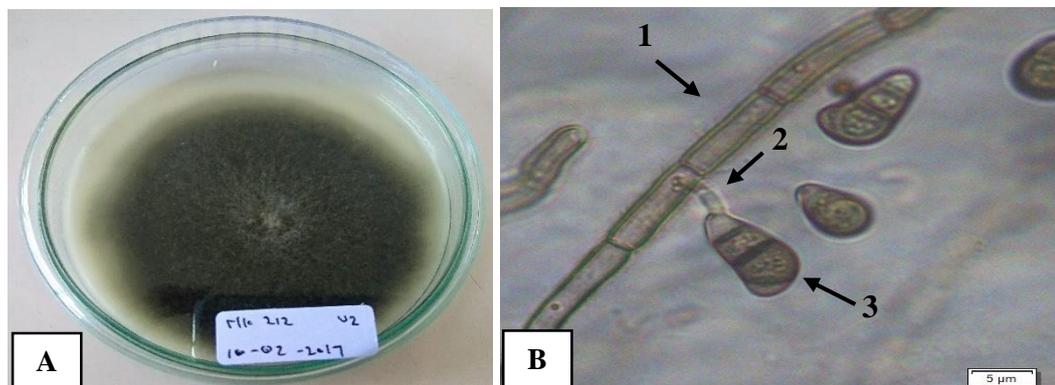
Gambar 25. Jamur hifa steril.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

3. *Curvularia* sp kode isolat Null1

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 26). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna cokelat tua. Konidiofor berwarna cokelat tua, bersekat, berbentuk tegak dengan panjang konidiofor $3.94 \mu\text{m}$. konidia berada di ujung konidiofor dan mempunyai 3 sel (Gambar 26). Menurut Watanabe (2002) menyatakan bahwa konidiofor berwarna cokelat tua, sederhana, tegak dan berdinding tebal. konidia berwarna cokelat gelap mempunyai 3-5 sel, panjang konidia $11.03 \mu\text{m}$ sedangkan lebar $5.61 \mu\text{m}$.



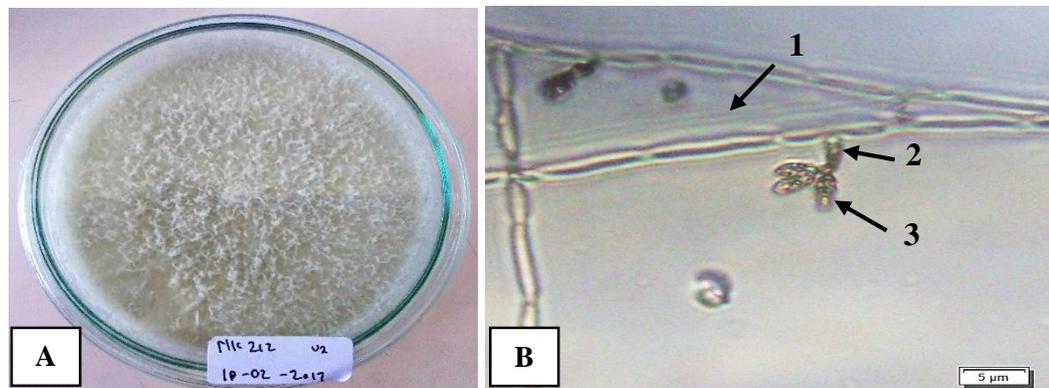
Gambar 26. Jamur *Curvularia* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

4. Null2 Tidak Teridentifikasi kode isolat Null2

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih kecokelatan, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih kecokelatan dan pada bagian belakang berwarna coklat kehitaman (Gambar 27). Tipe persebaran berbentuk membulat takberaturan, sebaran tidak merata dan menyebar, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna coklat muda, konidiofor berbentuk tegak dan tipis berwarna coklat muda, tidak bersekat (Gambar 27). Konidia berbentuk lonjong berwarna coklat muda, dengan panjang konidia $4.15 \mu\text{m}$ dan lebar $1.81 \mu\text{m}$.



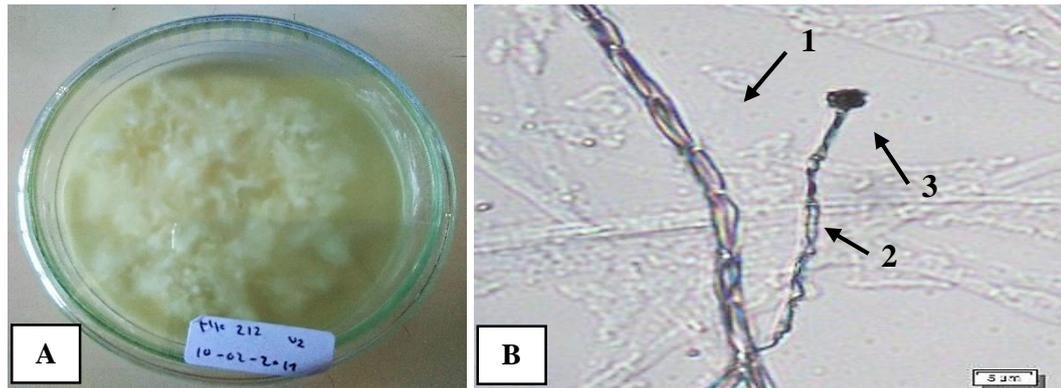
Gambar 27. Jamur tidak teridentifikasi.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis. 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia, perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

5. *Acremonium* sp kode isolat Null3

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan (Gambar 28). Tipe persebaran berbentuk membulat takberaturan, sebaran merata dan menyebar, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin. Konidiofor berbentuk tegak, bersekat, ramping. Konidia berwarna hialin, berbentuk elips, konidia berada dalam jumlah banyak pada ujung konidiofor (Gambar 28). Menurut Watanabe (2002) menyatakan bahwa konidiofor bersekat, berbentuk tegak ramping, ujung meruncing. Konidia berwarna hialin, berbentuk elips dan bergerombol pada ujung konidiofor.



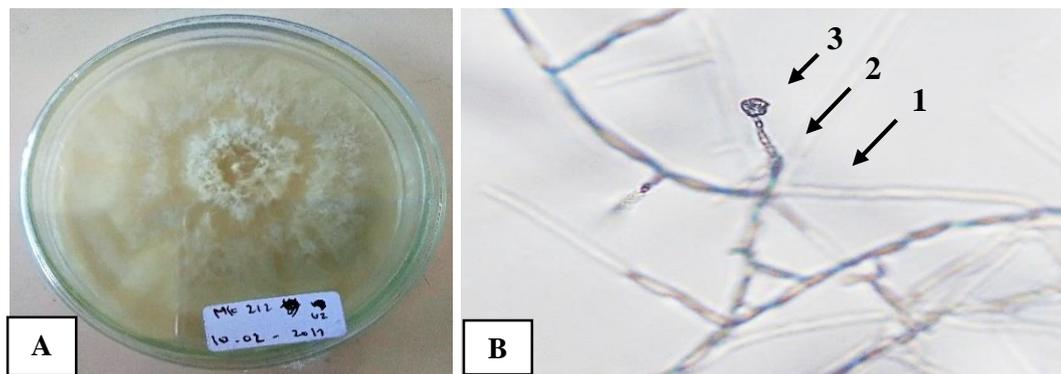
Gambar 28. Jamur *Acremonium* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia, perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

6. *Acremonium* sp kode isolat Null4

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kecokelatan (Gambar 29). Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak renggang, ketebalan tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin. Konidiofor berbentuk tegak, bersekat, ramping. Konidia berwarna hialin, berbentuk elips, konidia berada dalam jumlah banyak pada ujung konidiofor (Gambar 29). Menurut Watanabe (2002) menyatakan bahwa konidiofor bersekat, berbentuk tegak ramping, ujung meruncing. Konidia berwarna hialin, berbentuk elips dan bergerombol pada ujung konidiofor.



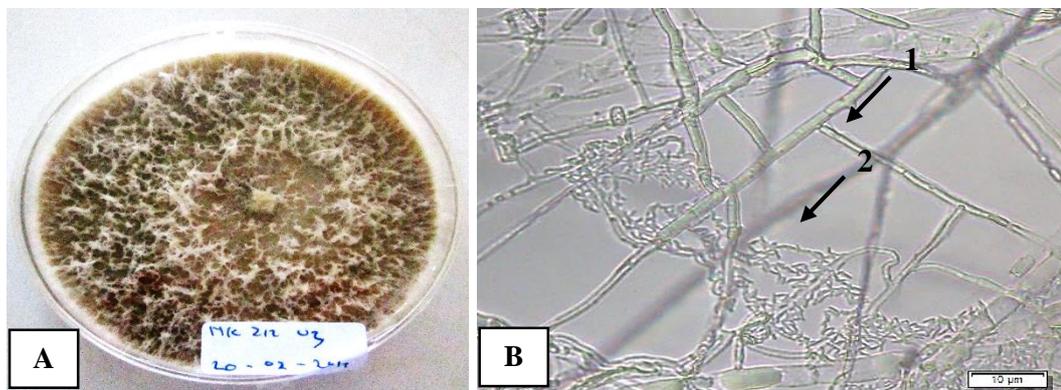
Gambar 29. Jamur *Acremonium* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

7. Tidak teridentifikasi kode isolat Null11

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih kecokelatan (Gambar 30). Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni kasar, kerapatan agak renggang, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 8,5 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa tidak bersekat dan berwarna hialin. konidia berbentuk basil berwarna cokelat (Gambar 30).



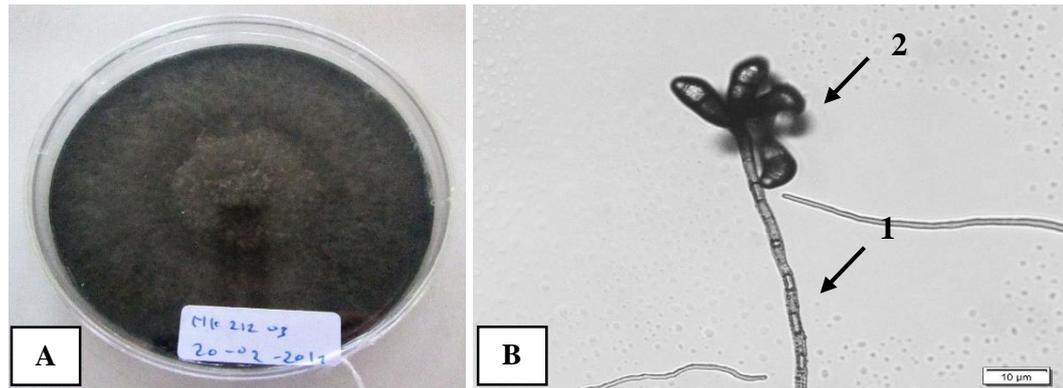
Gambar 30. Jamur tidak teridentifikasi.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidia, perbesaran 40 × 10 µm.

8. *Curvularia* sp kode isolat Null12

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 31). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 8,5 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna cokelat gelap. Konidiofor berwarna cokelat gelap, bersekat, berbentuk tegak (Gambar 31). konidia berada di ujung konidiofor dan mempunyai 4 sel, dengan panjang konidia 11.92 µm dan lebar 4.84 µm.. Menurut Watanabe (2002) menyatakan bahwa konidiofor berwarna cokelat gelap, sederhana, tegak dan berdinding tebal. konidia berwarna cokelat gelap, mempunyai 4 sel.



Gambar 31. Jamur *Curvularia* sp.

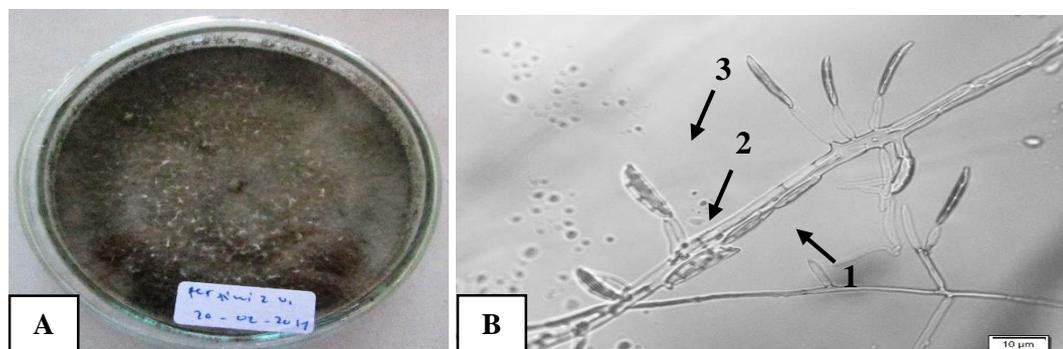
Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis. 1. Konidiofor ; 2. Konidia, perbesaran 40 x 10 µm.

Hasil isolasi dan identifikasi jamur endofit pada jagung varietas Pertiwi 2

1. *Fusarium* sp kode isolat Pul1

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna hitam keabu-abuan, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna hitam (Gambar 32). Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni kasar, kerapatan rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter berumur 7 hari sebesar 8,5 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin. Konidiofor berwarna hialin, berbentuk tegak, ramping, ujung menyempit, tidak bercabang. Konidia berwarna hialin berbentuk bulan sabit, bersekat, sebaran bergerombol di sekitar konidiofor, panjang konidia 15.05 µm sedangkan lebar 2.10 µm (Gambar 32). Menurut Barnnet and Hunter (1998), miselium seperti kapas pada kultur, bersekat, konidia berwarna hialin, mikrokonidia 1 sel, makrokonidia memiliki beberapa sekat.



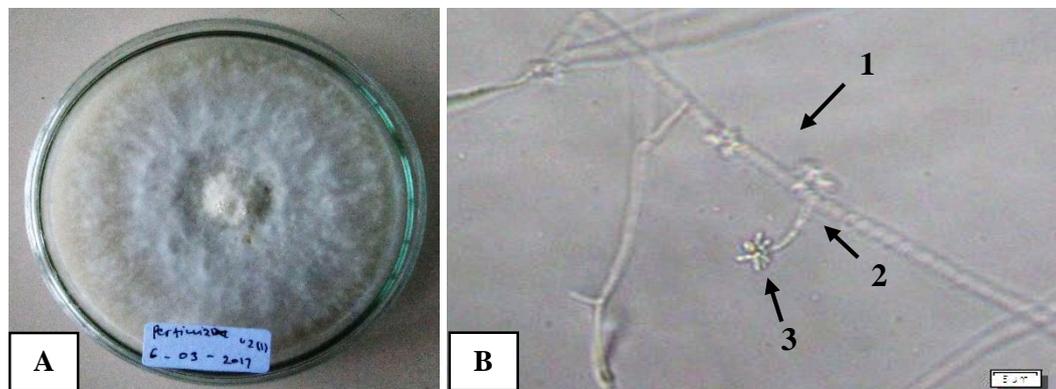
Gambar 32. Jamur *Fusarium* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia, perbesaran 40 x 10 µm.

2. Tidak teridentifikasi kode isolat Pull1

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis konidia muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang putih kekuningan (Gambar 33). Tipe persebaran berbentuk membulat menggunung, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan rapat, ketebalan tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin, konidiofor berbentuk tegak dan tipis, berwarna hialin, bersekat. Panjang konidiofor 8.41 μm . sebaran konidia bergerombol di sekitar konidiofor (Gambar 33).



Gambar 33. Jamur tidak teridentifikasi.

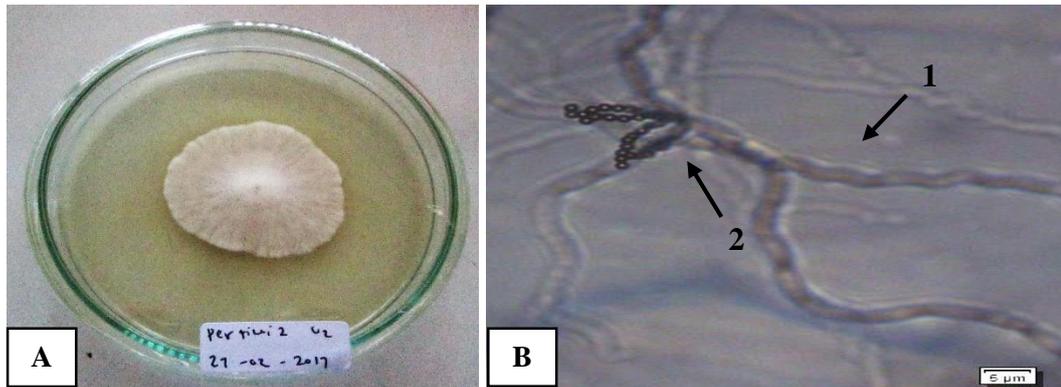
Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia, perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

3. *Paecilomyces* sp kode isolat Pull2

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan (Gambar 34). Tipe persebaran berbentuk membulat tak beraturan, sebaran tidak merata dan menyebar, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak halus, kerapatan agak rapat. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 5 cm.

Berdasarkan Pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa miselium berwarna hialin, bersekat dan memiliki banyak percabangan (Gambar 34). Konidiofor berwarna hialin, bersekat dan bercabang. Fialid berbentuk seperti botol, ramping, hialin dan jarak antar fialid renggang. Konidia berbentuk lonjong sampai silindris, hialin, bersel satu, tidak bersekat dan tersusun pada ujung fialid, hal ini sesuai dengan Larone (1995) yang menyatakan bahwa ciri-ciri dari jamur

Paecilomyces adalah hifa hialin dan bersekat, memiliki konidiofor, fialid, konidia dan kladiospora. Ukuran konidiofor (lebar 3-4 μm dan panjangnya 400-600 μm) memiliki banyak percabangan dan pada setiap ujung percabangan terdapat fialid. Bentuk fialid membengkak dan meruncing pada ujungnya. Fialid tumbuh secara berkelompok dan berpasangan. Konidia bersel satu, berwarna hialin sampai gelap, konidia berbentuk bulat telur dan tumbuh berkelompok menyerupai rantai.



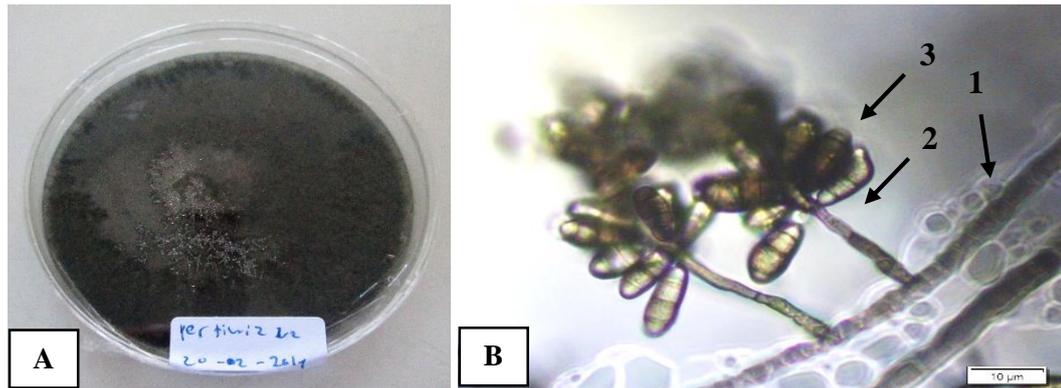
Gambar 34. Jamur *Paecilomyces* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidia, perbesaran 40 x 10 μm .

4. *Curvularia* sp kode isolat Pull3

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 35). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna coklat gelap. Konidiofor berwarna coklat gelap, bersekat, sederhana. Konidia berada di ujung konidiofor dan mempunyai 5 sel (Gambar 35). Panjang konidia 11.30 μm dan lebar 5.10 μm . Menurut Watanabe (2002) menyatakan bahwa konidiofor berwarna coklat gelap, sederhana, tegak dan berdinding tebal. konidia berwarna coklat gelap, mempunyai 3-5 sel, dan bentuk agak melengkung.



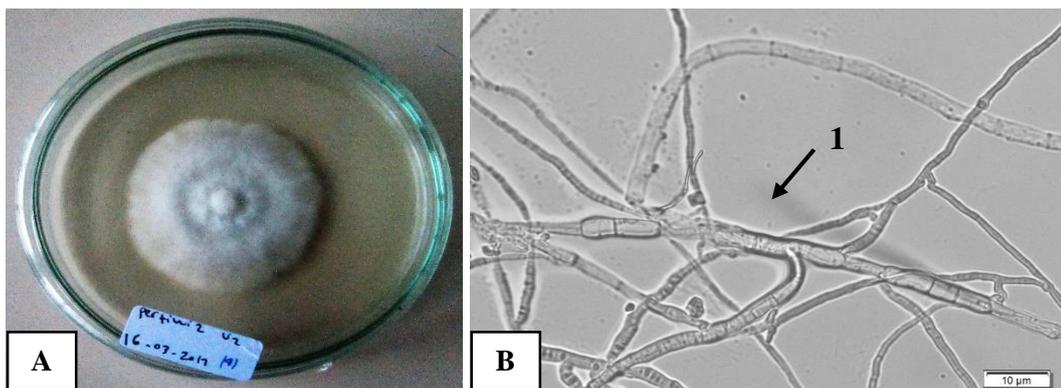
Gambar 35. Jamur *Curvularia* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

5. Hifa steril kode isolat Pull4

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika umur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan. Tipe persebaran berbentuk membulat menggunung pada bagian tengah, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 5 cm (Gambar 36).

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat dan berwarna hialin serta tidak ditemukan konidia (Gambar 36).



Gambar 36. Jamur Hifa steril.

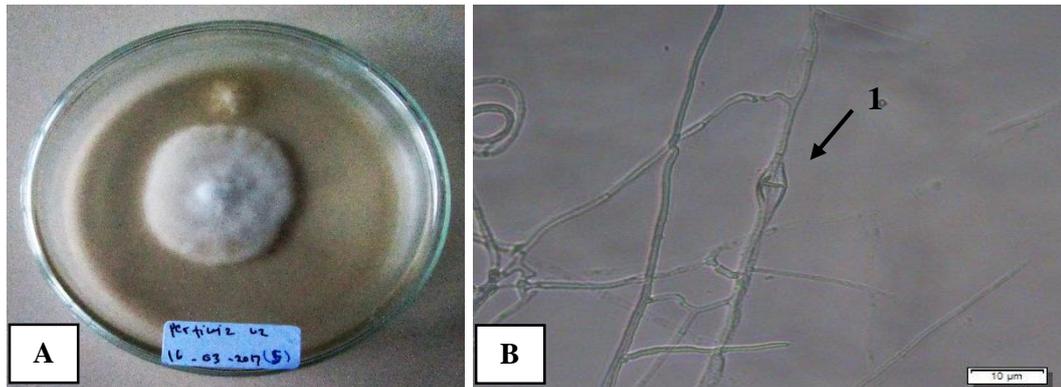
Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat, perbesaran $40 \times 10 \mu\text{m}$.

6. Hifa steril kode isolat Pull5

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih. Tipe persebaran berbentuk membulat menggunung,

sebaran tidak meratadan menyebar, tidak mempunyai lingkaran konsentris. Tekstur permukaan koloni agak halus, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 4,5 cm (Gambar 37).

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat, berwarna hialin serta tidak ditemukan konidia (Gambar 37).



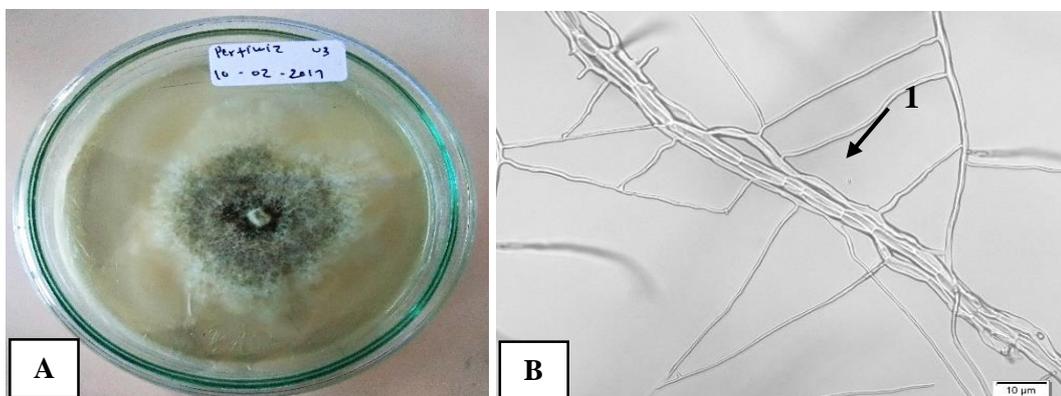
Gambar 37. Jamur Hifa steril.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat, perbesaran 40 x 10 µm.

7. Hifa steril kode isolat Pull11

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, letika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih keabu-abuan, dan pada bagian belakang berwarna cokelat kehitaman. Tipe persebaran berbentuk membulat, sebaran merata, dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak renggang, ketebalan sedang. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa struktur hifa yang terbentuk bersekat dan berwarna hialin serta tidak ditemukan konidia.



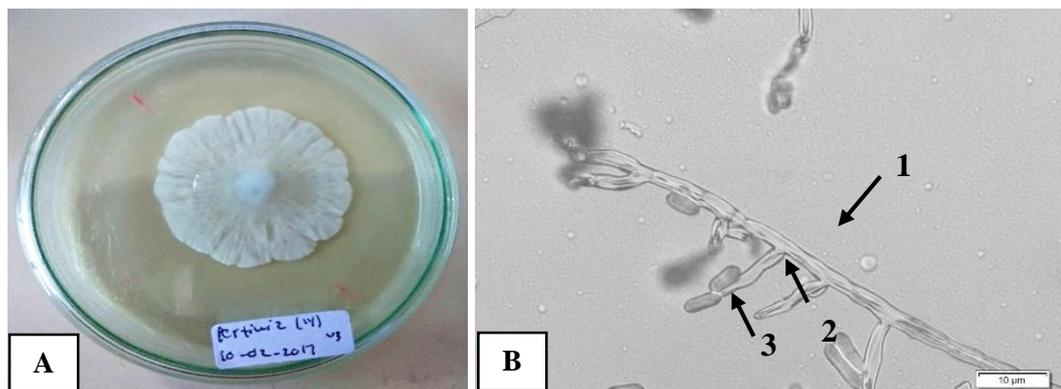
Gambar 38. Jamur Hifa steril.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; perbesaran 40 x 10 µm.

8. *Colletotrichum* sp kode isolat PullI2

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna putih, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna putih dan pada bagian belakang berwarna putih kekuningan. Tipe persebaran berbentuk membulat tak beraturan, sebaran tidak merata dan menyebar (Gambar 39). Tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak halus, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni berumur 7 hari sebesar 6 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna hialin. Konidiofor berbentuk tegak, ramping, ujung menyempit, panjang 5.19 μm dan lebar 2.14 μm , konidia berwarna hialin berbentuk bulan sabit dengan ujung tumpul, terdiri dari 1 sel, tidak memiliki sekat (Gambar 39). Menurut Watanabe (2002) konidiofor hialin, tegak ramping, konidia berbentuk seperti bulan sabit, berwarna hialin dan terdiri dari 1 sel.



Gambar 39. Jamur *Colletotrichum* sp.

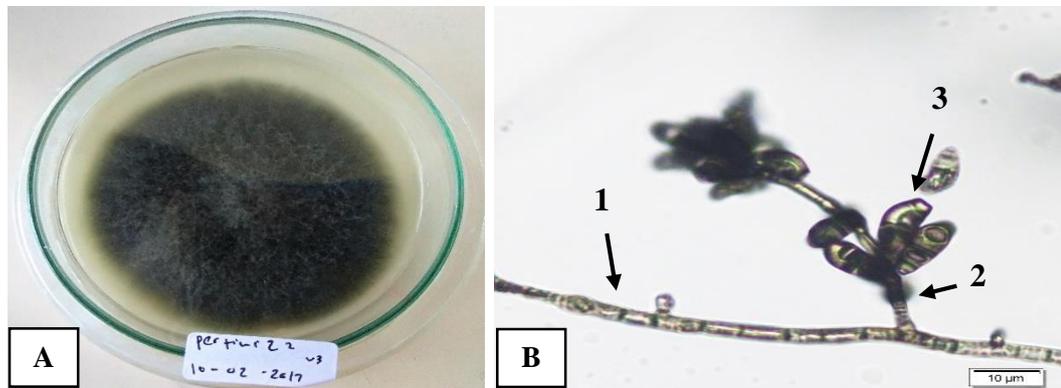
Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran 40 x 10 μm .

9. *Curvularia* sp kode isolat PullI3

Berdasarkan pengamatan secara makroskopis koloni muda berwarna abu-abu, ketika berumur 7 hari pada bagian depan koloni berwarna abu-abu dan pada bagian belakang berwarna abu-abu kehijauan (Gambar 40). Tipe persebaran berbentuk membulat beraturan, sebaran merata dan memusat, tidak mempunyai lingkaran konsentris, tekstur permukaan koloni agak kasar, kerapatan agak rapat, ketebalan agak tebal. Ukuran diameter koloni saat berumur 7 hari sebesar 9 cm.

Berdasarkan pengamatan secara mikroskopis menunjukkan bahwa hifa bersekat, berwarna coklat gelap (Gambar 40). Konidiofor berwarna coklat gelap, bersekat, sederhana. Konidia berada di ujung konidiofor dan mempunyai 3 sel. Panjang konidia 12.35 μm dan lebar 5.44 μm . Menurut Watanabe (2002)

menyatakan bahwa konidiofor berwarna cokelat gelap, sederhana, tegak dan berdinding tebal. konidia berwarna cokelat gelap, mempunyai 3-5 sel, dan bentuk agak melengkung.



Gambar 40. Jamur *Curvularia* sp.

Keterangan : A. Makroskopis biakan murni umur 7 hari ; B. Mikroskopis ; 1. Hifa bersekat ; 2. Konidiofor ; 3. Konidia ; perbesaran 40 x 10 µm.

Screening Jamur Endofit

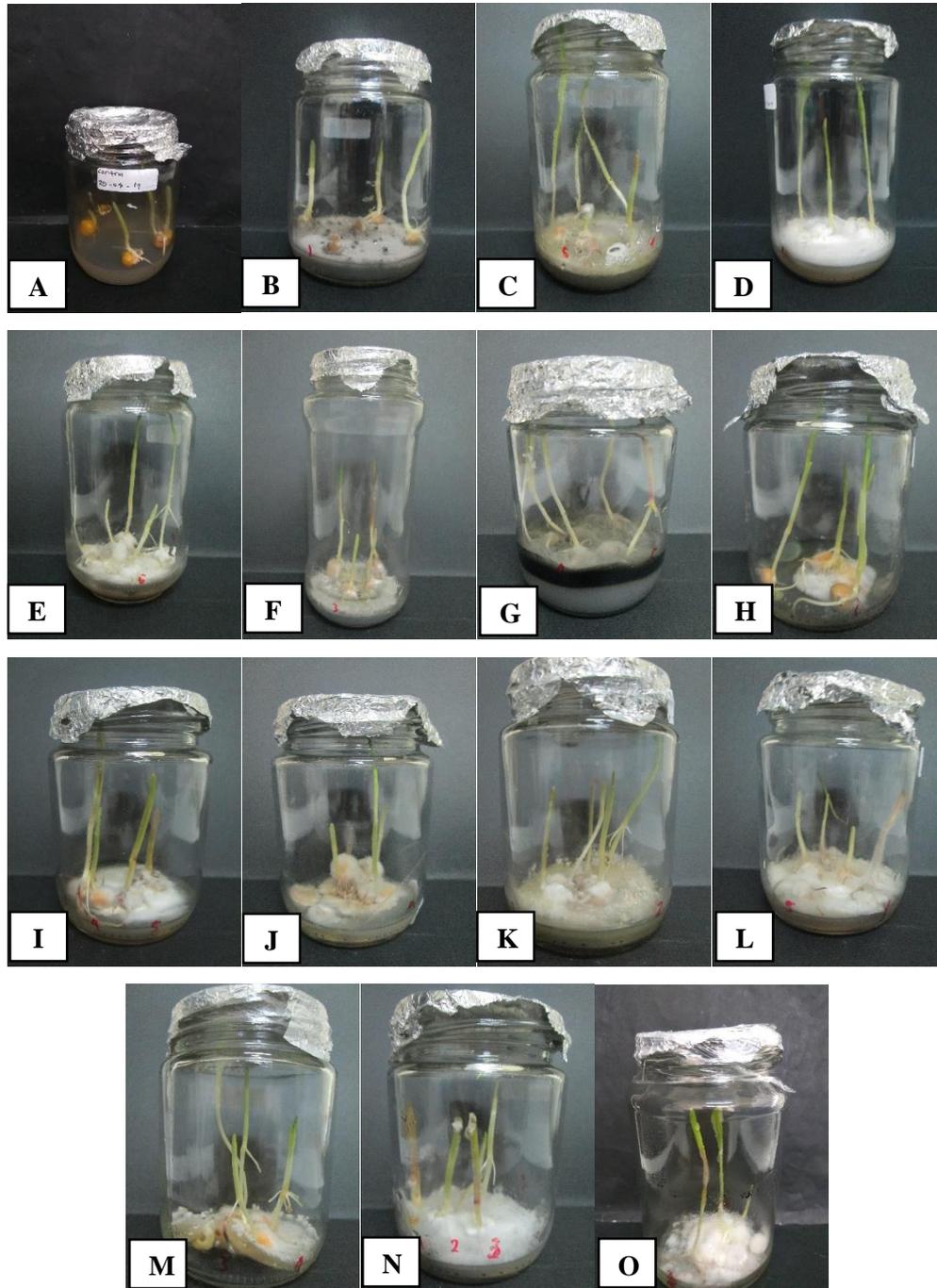
Screening jamur endofit hasil isolasi bertujuan untuk memilih isolat jamur yang berpotensi sebagai agens hayati. Pada tahap ini dipilih isolat-isolat yang tidak menyebabkan kematian atau penghambatan perkecambahan benih jagung.

Hasil screening jamur endofit terhadap perkecambahan benih jagung menunjukkan reaksi yang berbeda-beda. Dari 30 isolat terdapat 14 isolat dari jamur endofit yang menunjukkan pertumbuhan benih mampu berkecambah normal dan dari 14 isolat yang normal hanya ada 4 isolat jamur endofit dengan kode isolat DullI4, NullI2, NullI4 dan PullI3 yang menunjukkan pertumbuhan benih mampu melebihi pertumbuhan pada perlakuan lainnya.

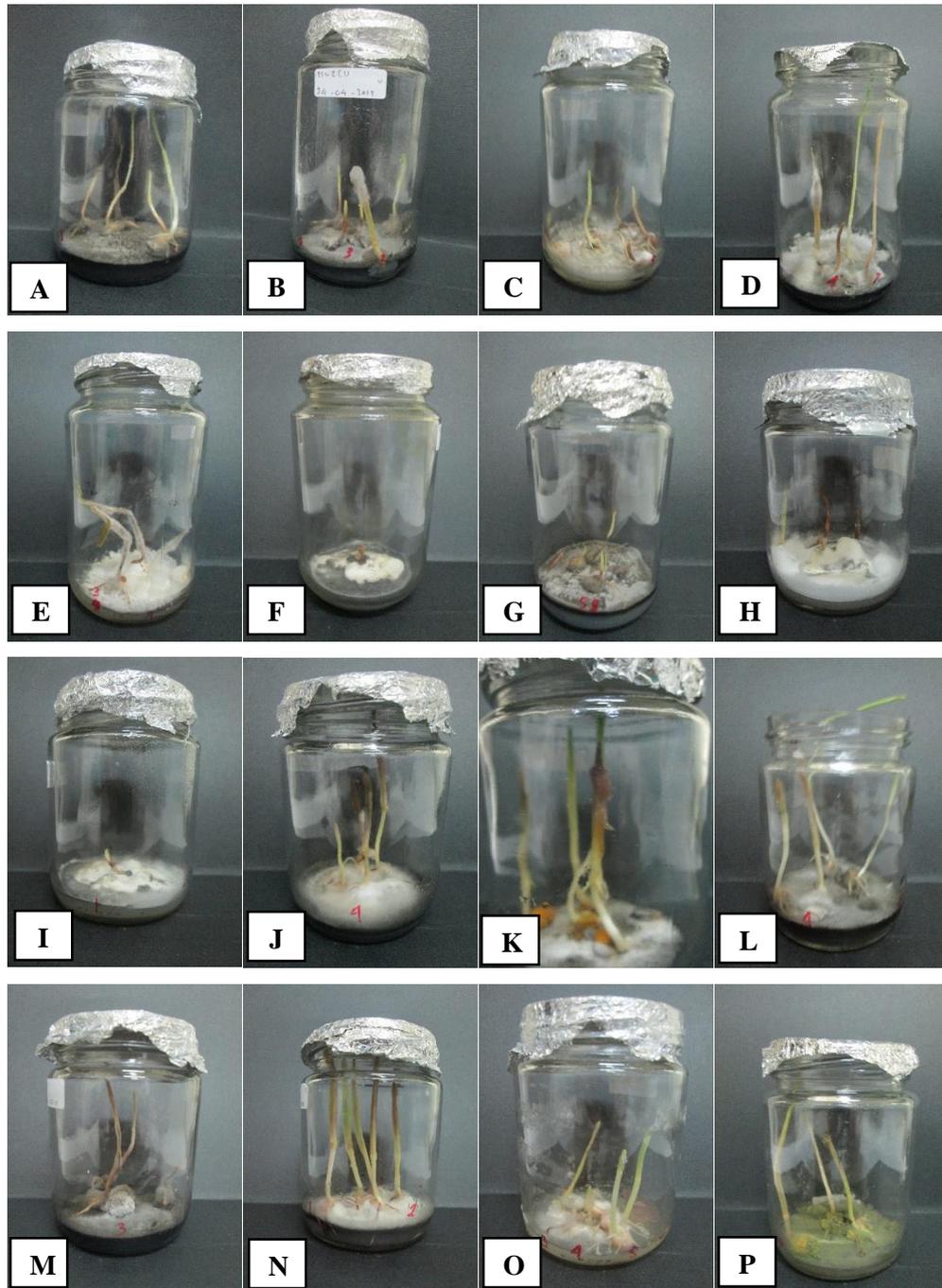
Karakteristik jamur patogenik pada seleksi jamur endofit ini antara lain benih tidak berkecambah; benih berkecambah mengalami nekrosis; benih mampu berkecambah dan tumbuh namun pada akhirnya mengalami kematian, sedangkan karakteristik jamur non-patogenik antara lain benih mampu berkecambah dengan baik serta akar dan batang jagung tumbuh dengan baik. sedangkan yang digunakan sebagai pembanding adalah kontrol, yaitu media PDA yang di tanamkan benih jagung tanpa ditumbuhkan isolat jamur terlebih dahulu.

Berdasarkan hasil screening, sebagian besar jamur endofit yang diperoleh dalam penelitian ini masih berpotensi sebagai patogen (Tabel 5). jamur endofit tersebut diantaranya berasal dari jamur patogen yang berkembang menjadi patogen avirulen, kemudian berevolusi menjadi simbiosis mutualistik. Schulz dan Boyle (2005) menyatakan bahwa jamur endofit dalam interaksinya dengan

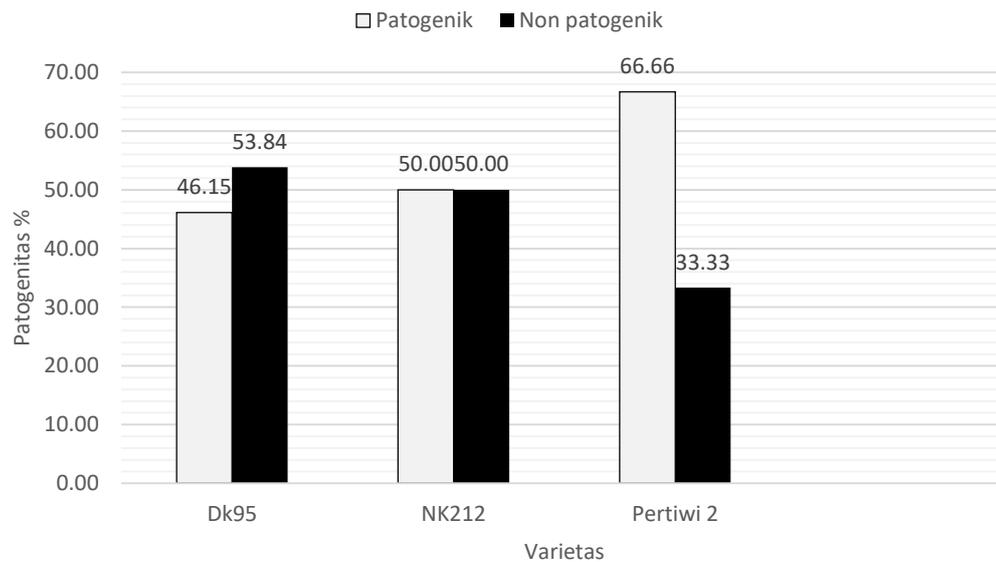
tanaman berperan menyediakan nutrisi dan sebagai pelindung dari lingkungan eksternal yang tidak menguntungkan dan kompetisi dengan mikroorganisme lainnya.



Gambar 41. Hasil screening isolat jamur endofit yang bersifat non patogen.
Keterangan : A) kontrol tanpa endofit, B), C), D), E), F), G), H), I), J), K), L), M), N) dan O) berturut-turut terhadap isolat jamur endofit Nul1, Null2, Null3, Null4, Pull3, Dul3, Dul4, Dull1, Dull3, Dul6, Dull3, Dull4 dan Pull2.



Gambar 42. Hasil screening isolat jamur endofit yang bersifat patogen.
 Keterangan : A), B), C), D), E), F), G), H), I), J), K), L), M), N), O) dan P) berturut-turut terhadap isolat jamur endofit Nul2, Null1, Null11, Null2, Pul1, Pul11, Pul13, Pul14, Pul15, Dul1, Dul2, Dul12, Dul111, Dul112, Dul5 dan Pul112.



Gambar 43. Grafik uji patogenitas

Jamur endofit hasil isolasi memberikan hasil yang beragam jumlah dan jenisnya. Jamur endofit yang didapatkan dari tanaman jagung dengan varietas DK95 menempati peringkat tertinggi yaitu sebanyak 13 isolat dengan presentase 46.15% jamur patogenik dan 53.84% jamur non patogenik. Jamur endofit dari varietas PERTIWI 2 didapatkan sebanyak 9 isolat dengan persentase jamur patogenik sebanyak 66.66% dan persentase jamur non patogenik 33.33%. Sedangkan jamur endofit dari varietas NK212 mendapatkan hasil isolasi yang terkecil yakni sebanyak 8 isolat, dengan komposisi 50% jamur patogenik dan 50% jamur non-patogenik.

Tabel 5. Hasil screening isolat jamur endofit

| No | Kode Isolat | Varietas | Keterangan | No | Kode Isolat | Varietas | Keterangan |
|----|-------------|----------|-------------|----|-------------|----------|-------------|
| 1 | Dul1 | DK95 | Patogen | 16 | Null1 | NK212 | Patogen |
| 2 | Dul2 | DK95 | Patogen | 17 | Null2 | NK212 | Non patogen |
| 3 | Dul3 | DK95 | Non Patogen | 18 | Null3 | NK212 | Non patogen |
| 4 | Dul4 | DK95 | Non patogen | 19 | Null4 | NK212 | Non patogen |
| 5 | Dul5 | DK95 | Patogen | 20 | NullI1 | NK212 | Patogen |
| 6 | Dul6 | DK95 | Non patogen | 21 | NullI2 | NK212 | Patogen |
| 7 | DulI1 | DK95 | Non patogen | 22 | Pul1 | PERTIWI2 | Patogen |
| 8 | DulI2 | DK95 | Patogen | 23 | PulI1 | PERTIWI2 | Patogen |
| 9 | DulI3 | DK95 | Non patogen | 24 | PulI2 | PERTIWI2 | Non patogen |
| 10 | DulII1 | DK95 | Patogen | 25 | PulI3 | PERTIWI2 | Patogen |
| 11 | DulII2 | DK95 | Patogen | 26 | PulI4 | PERTIWI2 | Patogen |
| 12 | DulII3 | DK95 | Non patogen | 27 | PulI5 | PERTIWI2 | Patogen |
| 13 | DulII4 | DK95 | Non patogen | 28 | PulII1 | PERTIWI2 | Non patogen |
| 14 | Nul1 | NK212 | Non patogen | 29 | PulII2 | PERTIWI2 | Patogen |
| 15 | Nul2 | NK212 | Patogen | 30 | PulII3 | PERTIWI2 | Non patogen |

Isolat jamur endofit non-patogenik yang dihasilkan dari isolasi ini antara lain hifa steril Nul1, hifa steril Null2, hifa steril Null3, *Acremonium sp.* Null4, hifa steril Pull1, *Curvularia sp.* Pull3, hifa steril Dul3, hifa steril Dul4, *Colletotrichum sp.* Dull1, hifa steril Dull3, *Fusarium sp.* Dul6, hifa steril Dull3, hifa steril Dull4, *Paecilomyces sp.* Pull2. Untuk bahan stok, isolat yang diperoleh disimpan pada botol kaca berukuran kecil yang sudah diisi media PDA dan isolat murni dari jamur endofit. Isolat jamur endofit yang telah didapatkan digunakan untuk uji antagonis dengan jamur patogen *Helminthosporium turcicum* secara *in vitro*.

Uji Antagonis Jamur Endofit Terhadap Pertumbuhan *H. turcicum*

Pengujian antagonisme secara *in vitro* dilakukan dengan menggunakan media PDA termodifikasi. Jamur *Helminthosporium turcicum* dan kandidat jamur endofit yang digunakan dalam pengujian ini berumur tujuh hari. Jamur *Helminthosporium turcicum* diinokulasikan pada waktu yang sama dengan kandidat jamur endofit. Pengamatan dilakukan hingga tujuh hari setelah inokulasi (HSI) dengan mengukur jari-jari koloni jamur *Helminthosporium turcicum*.

Tabel 6. Daya hambat isolat jamur endofit terhadap isolat jamur patogen *Helminthosporium turcicum*

| Kode isolat | Daya hambat % (HSI) | | | | |
|-------------|---------------------|---------|---------|----------|----------|
| | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| Kontrol | 0.00a | 0.00a | 0.00a | 0.00a | 0.00a |
| Nul1 | 10.71abcd | 31.15de | 40.34cd | 41.57def | 42.22de |
| Null2 | 17.13cde | 34.69de | 41.88cd | 45.56ef | 53.33f |
| Null3 | 24.03e | 29.59d | 40.84cd | 41.57def | 42.68de |
| Null4 | 7.48abcd | 30.53de | 40.00cd | 47.07f | 51.51f |
| Pull1 | 15.05bcde | 27.17cd | 39.22cd | 40.97def | 42.34de |
| Pull3 | 14.51bcde | 29.52d | 44.44d | 47.09f | 48.89ef |
| Dul3 | 6.60abc | 17.28bc | 9.14ab | 13.46b | 10.00b |
| Dul4 | 0.00a | 2.30a | 8.19ab | 12.54b | 10.00b |
| Dull1 | 19.05de | 17.28bc | 17.33b | 25.06c | 25.87c |
| Dull3 | 18.70de | 41.39e | 46.67d | 46.66f | 42.22de |
| Dul6 | 11.44abcd | 33.57de | 42.06cd | 42.82def | 42.82de |
| Dull3 | 23.99e | 34.45de | 37.98cd | 47.39f | 48.11def |
| Dull4 | 2.08a | 10.55ab | 31.54cd | 38.57de | 27.78c |
| Pull2 | 3.52ab | 16.67bc | 32.94c | 35.55d | 40.00d |

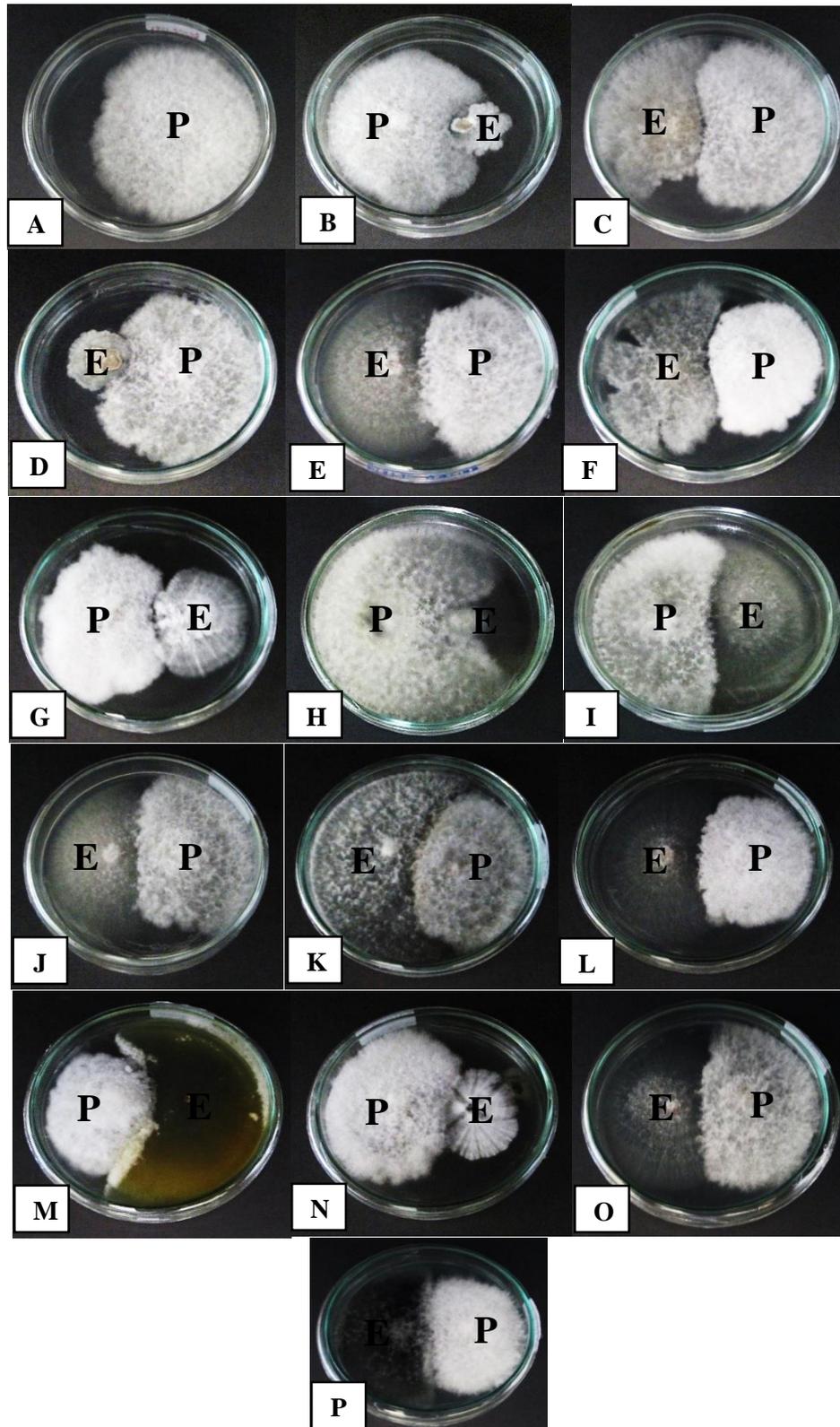
Angka dengan huruf yang sama dalam satu kolom menunjukkan tidak berbedanya pada uji BNJ ($\alpha=0.05$). Keterangan HSI merupakan hari setelah isolasi

Berdasarkan persentase daya hambat pada pengamatan persentase daya hambat tiga hingga tujuh hsi memiliki nilai yang berbedanya dibandingkan dengan kontrol.

Menurut hasil analisis grafik diatas, daya hambat yang paling tinggi hasil pengamatan ke tujuh HSI dalam uji *in vitro* ditunjukkan oleh isolat Null2, Null4, Pull3, Dull3, Null3, Pull1, Dul6, Dull3, Nul1, mempunyai kemampuan sebagai agens antagonis terhadap patogen *Helminthosporium turcicum* yang ditunjukkan dengan konsistensinya dalam menekan patogen. Sementara isolat Dul3, Dul4, Dull1, Dull4 dan Pull2 merupakan isolat yang paling rendah daya hambatnya terhadap pertumbuhan *Helminthosporium turcicum*. Pada percobaan ini dapat dilihat bahwa terjadi mekanisme penghambatan yang berbeda diantara isolat jamur endofit yang diuji (Gambar 44). kompetisi diantara patogen dan jamur endofit merupakan mekanisme yang paling banyak terjadi. isolat Null2 dan Null4 adalah isolat yang memiliki kompetisi paling tinggi dalam memperebutkan ruang dan nutrisi, hal ini ditunjukkan oleh pertumbuhan miselium yang dominan dan menekan pertumbuhan patogen. Mekanisme lainnya yang ditunjukkan pada percobaan ini adalah mekanisme kompetisi dan antibiosis oleh isolat Dull3.

Antibiosis jamur endofit dicirikan dengan adanya zona bening di antara pertemuan endofit dengan patogen. Hallman (2001) menyatakan bahwa pada mekanisme antibiosis, enzim pendegradasi agens antagonis harus kontak secara langsung dengan patogen. Menurut Arnold *et al.*, (2003) jamur endofit dapat memproduksi senyawa *volatile* organik seperti tetrahidrofur, 2-dimetil furan, 2-butanol, acipelin (Atmosukarto *et al.*, 2009), EtOAc dan n-butanol (Liu *et al.* 2001), serta pyrrocidines (You *et al.*, 2009).

Sementara itu, pada isolat Dul3, Dul4, Dull1, Dull4 dan Pull2 yang tidak memiliki kandungan senyawa antibiosis maupun mekanisme kompetisi pada uji penghambatan *Helminthosporium turcicum* secara *in vitro* diduga mempunyai aktivitas lain dalam mengendalikan penyakit tanaman, seperti kemampuan menginduksi ketahanan tanaman.



Gambar 44. Uji Antagonis antara patogen *H. t urcicum* dengan isolat : B), C), D), E), F), G), H), I), J), K), L), M), N), O) dan P) berturut-turut terhadap isolat jamur endofit Dul4, Dul6, Dul11, Dul13, Dul14, Dul3, Dul13, Nul1, Null2, Null3, Null4, Pull2, Pull3 dan Pull13. A) kontrol, Keterangan : E merupakan Isolat Endofit dan P merupakan Isolat Patogen.

Interaksi Jamur Endofit dan Jamur *Helminthosporium turcicum*

Hasil pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis terhadap mekanisme penghambatan jamur endofit terhadap patogen *Helminthosporium turcicum* terlihat dalam (Tabel 6). Semua jamur endofit yang dievaluasi mempunyai satu atau lebih mekanisme penghambatan, yaitu kompetisi dan antibiosis. Mikroba endofit memiliki mekanisme penghambatan, masing-masing mekanisme tersebut berpengaruh terhadap penghambatan pertumbuhan patogen maupun pertumbuhan tanaman (Soesanto, 2008). Jamur endofit dapat menggunakan satu atau lebih mekanisme untuk menekan patogen dan kinerjanya dapat berbeda terhadap jenis patogen yang lain. Menurut Muhibuddin *et al.*, (2016) menyatakan bahwa mekanisme perlindungan jamur endofit dapat berupa kompetisi, antagonisme, microparasite dan ketahanan induksi. Lebih lanjut dikemukakan bahwa kompetisi adalah mekanisme yang terjadi antara dua atau lebih mikroorganisme yang menggunakan atau merebutkan makanan (karbon dan nitrogen) atau sumber mineral yang sama. Mikroorganisme yang satu dapat mengalahkan mikroorganisme lainnya karena pertumbuhannya lebih cepat sehingga dapat menggunakan secara efisien sumber makanannya (Trigiano *et al.*, 2008). Hasil pengamatan secara makroskopis menunjukkan bahwa hampir semua isolat jamur endofit mempunyai mekanisme kompetisi, kecuali dengan kode isolat Dul3, Dul4, Dul11, Dul14 dan Pull2.

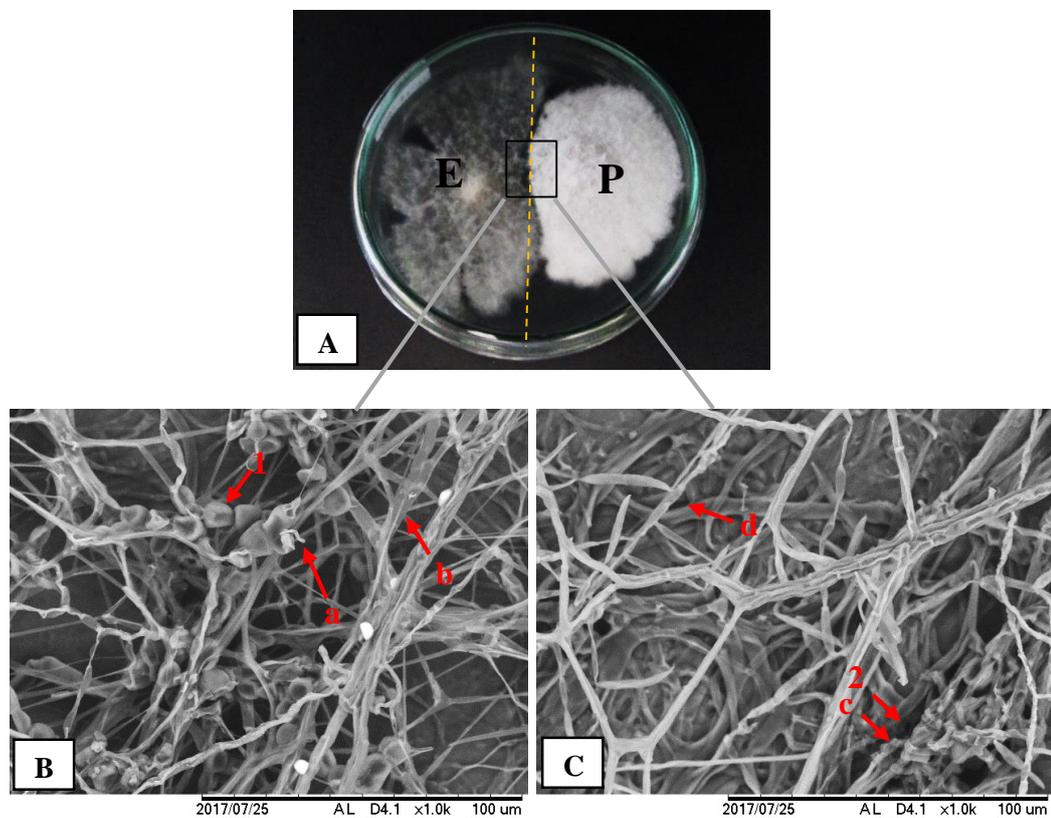
Tabel 7. Mekanisme penghambatan jamur endofit dengan *Helminthosporium turcicum*

| No | Kode Isolat | Mekanisme Penghambatan | | No | Kode Isolat | Mekanisme Penghambatan | |
|----|-------------|------------------------|------------|----|-------------|------------------------|------------|
| | | Kompetisi | Antibiosis | | | Kompetisi | Antibiosis |
| 1 | Null1 | + | - | 8 | Dul4 | - | - |
| 2 | Null2 | + | - | 9 | Dul11 | - | - |
| 3 | Null3 | + | - | 10 | Dul13 | + | - |
| 4 | Null4 | + | - | 11 | Dul6 | + | - |
| 5 | Pull11 | + | - | 12 | Dul13 | + | + |
| 6 | Pull3 | + | - | 13 | Dul14 | - | - |
| 7 | Dul3 | - | - | 14 | Pull2 | - | - |

Keterangan : Tanda (-) pada pengujian antagonis menunjukkan bahwa jamur tidak memiliki mekanisme tersebut, tanda (+) pada pengujian antagonis menunjukkan bahwa jamur memiliki mekanisme tersebut.

Mekanisme kompetisi terjadi pada tiga HSI, jamur dengan kode isolat Null2 dan Null4 memiliki diameter tumbuh lebih cepat di dibandingkan dengan jamur patogen, hal tersebut memungkinkan terjadinya mekanisme kompetisi antara masing-masing jamur uji. Kompetisi terjadi apabila terdapat persaingan dalam

mendapatkan faktor tumbuh seperti ruang dan nutrisi yang sama antara dua mikroba atau lebih, dimana salah satu dari mikroba memanfaatkan lebih banyak faktor tumbuh tersebut. Kompetisi menyebabkan jamur patogen tidak mempunyai ruang tumbuh untuk hidupnya (Octaviani *et al.*, 2015).



Gambar 45. Interaksi jamur endofit dengan jamur *Helminthosporium turcicum*.

Keterangan : A. Makroskopis interaksi antara jamur endofit Dull13 dan *Helminthosporium turcicum* ; B dan C. analisis SEM dari interaksi isolat Dull13 dan *Helminthosporium turcicum* dengan perbesaran 1000x ; 1. (lihat panah) hifa patogen mengalami abnormal ; 2. (lihat panah) hifa endofit mengkait hifa patogen ; a dan c. (lihat panah) hifa endofit ; b dan d. (lihat panah) hifa patogen.

Mekanisme antibiosis dapat dilihat dari zona penghambatan hasil uji antagomisme *in vitro* (Gambar 45). Adanya zona penghambatan menunjukkan terjadinya mekanisme antibiosis terjadi apabila suatu agens hayati mampu menghasilkan senyawa metabolit yang bersifat toksik terhadap organisme lain sehingga dapat menghambat pertumbuhan dan mematikan inangnya (kusdiana, 2011).

Dari hasil pengamatan interaksi jenis jamur yang mewakili dari dua mekanisme yaitu kompetisi dan antibiosis ditunjukkan pada isolat Dull13. Pengamatan interaksi dilakukan menggunakan *Scanning Electron Mikroskop* (SEM), interaksi yang terjadi antara jenis endofit Dull13 dengan *Helminthosporium*

turcicum adalah hifa patogen tampak menggelembung dan tampak sudah kosong (Gambar 45). Hal ini disebabkan oleh jamur endofit merebut nutrisi dari patogen (kompetisi nutrisi) sehingga terjadi perubahan pada hifa patogen terhambat. Sunarwati dan yoza (2010) menyatakan bahwa interaksi hifa patogen dan antagonis ditandai dengan berubahnya warna dan hifa patogen menjadi jernih dan kosong karena isi sel dimanfaatkan oleh agen biokontrol sebagai nutrisi. Selain itu, jamur endofit dapat menyebabkan hifa patogen mengkerut, seperti yang ditemukan oleh kurnia *et al.*, (2014).

Bentuk interaksi lain antara jenis endofit Dulll3 dengan *Helminthosporium turcicum* adalah hifa membentuk kait disekitar hifa patogen (Gambar 45). Dolakatabadi *et al.*, (2012) menyatakan bahwa jamur endofit membentuk kait disekitar hifa patogen sebelum penetrasi atau kemungkinan menembus dan masuk secara langsung. Terjadi perubahan bentuk pada hifa patogen menjadi spiral dan melengkung tidak beraturan dan mengalami pemendekan (Nurzannah *et al.*, 2014). Mekanisme kerja senyawa antimikroba dalam melawan patogen dengan cara merusak dinding sel mikroba, mengganggu metabolisme mikroba, menghambat sintesis protein dan asam nukleat sel mikroba. Selain mampu menekan pertumbuhan patogen, beberapa mikroba endofit tanaman jagung memiliki kemampuan merangsang pertumbuhan tanaman. Saylendra dan Firnia (2013) menemukan jamur *Nigrospora sp.* dari perakaran jagung yang berpotensi memacu pertumbuhan tanaman.

Keanekaragaman jamur endofit pada tiga sampel varietas jagung

Pada penelitian ini, varietas dari tanaman jagung mempunyai pengaruh dalam keragaman jamur endofit di alam. Terdapat 30 isolat spesies jamur endofit yang ditemukan, 17 isolat telah teridentifikasi, 4 isolat tidak teridentifikasi dan 9 isolat hanya mengeluarkan hifa steril sehingga sulit untuk diidentifikasi.

Berdasarkan hasil isolasi, purifikasi dan identifikasi jamur endofit pada tanaman jagung yang diambil dari beberapa sampel varietas DK95, NK212 dan PERTIWI 2 didapatkan hasil pada pengambilan sampel dengan varietas DK95 terdapat 13 genus terdiri dari *Colletotrichum sp.*, jamur Dul2, jamur Dul3, jamur Dul4, Dul5, *Fusarium sp.*, *Culvularia sp.*, jamur Dull3, jamur Dulll2, jamur Dulll3, jamur Dulll4.

Pada pengambilan sampel dengan varietas NK212 terdapat 5 genus terdiri dari jamur Nul1, *Curvularia sp.*, jamur Null2, *Acremonium sp.*, jamur Nulll1, dan pengambilan sampel dengan varietas PERTIWI 2 terdapat 8 genus terdiri dari

Fusarium sp., jamur Pull1, jamur Pull2, *Curvularia sp.*, jamur Pull4, jamur Pull5, jamur Pull11, *Colletorichum sp.* Dari tabel 5 terlihat bahwa jumlah jamur endofit yang mengkolonisasi pada tiga varietas tanaman jagung berbeda-beda. Sesuai dengan Petrini (1992), yang menyebutkan bahwa kelimpahan dan keragaman jamur endofit dalam mengkolonisasi inang dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya perbedaan varietas inang tanaman, lokasi pengambilan sampel, curah hujan serta aspek budidaya. Peneliti lain melaporkan bahwa metode isolasi, letak geografis asal tanaman, serta bagian yang diisolasi juga turut mempengaruhi keragaman spesies dari jamur endofit (Hyde dan Soyong 2008).

Analisis Data Keanekaragaman Jamur Endofit Daun

Tabel 8. Hasil perhitungan indeks keanekaragaman, dominasi dan keseragaman

| No | Varietas | Nilai Indeks | | | Σ Genus | Σ Spesies | Σ Koloni |
|----|-----------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| | | H' | C | E | | | |
| 1 | DK95 | 2.351 (Sedang) | 0.100 (Rendah) | 0.980 (Tinggi) | 11 | 11 | 13 |
| 2 | NK212 | 1.754 (Sedang) | 0.250 (Rendah) | 0.928 (Tinggi) | 5 | 5 | 8 |
| 3 | Pertiwi 2 | 2.043 (Sedang) | 0.133 (Rendah) | 0.979 (Tinggi) | 8 | 8 | 9 |

Perbedaan hasil keanekaragaman jamur endofit pada setiap pengambilan tiga sampel varietas diperoleh dengan menggunakan rumus indeks keanekaragaman, dominasi dan keseragaman.

Indeks keanekaragaman :

Untuk mengetahui keanekaragaman jamur endofit pada setiap pengambilan jenis varietas jagung, maka digunakan metode perhitungan dengan menggunakan indeks keanekaragaman (H). Hasil perhitungan indeks keanekaragaman dapat dilihat pada (Tabel 8). Indeks keanekaragaman pada sampel dengan varietas DK95 didapatkan hasil 2.351. Sampel dengan varietas NK212 didapatkan hasil 1.754 dan sampel dengan varietas Pertiwi 2 didapatkan hasil 2.043. Menurut Brower dan Zar (1997) menyebutkan bahwa nilai < 1 yang berarti kriteria keragaman rendah, nilai 1-3 berarti nilai keragaman sedang, dan > 3 berarti kriteria keragaman tinggi.

Terjadi perbedaan keanekaragaman jamur endofit pada sampel setiap ketiga varietas. Faktor jenis varietas dan umur tanaman jagung sangat mempengaruhi keberadaan jamur endofit. Menurut pernyataan (Yulianti, 2013) bahwa semakin tua umur tanaman maka populasi endofit akan semakin banyak dan menunjukkan endofit mampu berkembang biak pada tanaman. Jamur endofit

sangat berkaitan erat dengan jaringan tanaman, dan mampu menghasilkan metabolit sekunder seperti flavonoid. Metabolit sekunder berfungsi sebagai mekanisme ketahanan tanaman sehingga akan mampu menekan perkembangan patogen menurut (Yulianti, 2013), jamur endofit mampu menghambat perkembangan penyakit karena adanya senyawa metabolit yang beracun bagi patogen atau terjadinya kompetisi ruang dan nutrisi. Selain itu terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kelimpahan dan keragaman jamur endofit antaralain : varietas, curah hujan serta aspek budidaya sehingga jamur endofit dapat dikategorikan sebagai salah satu indikator ekologi (Petrini, 1992).

Indeks dominasi :

Untuk mengetahui dominasi jamur endofit pada setiap pengambilan sampel ketiga varietas tanaman jagung, maka digunakan metode perhitungan dengan menggunakan indeks dominasi (C). Hasil perhitungan indeks dominasi dapat dilihat pada (Tabel 8). Indeks dominasi pada pengambilan sampel dengan varietas DK95 didapatkan hasil 0.100. Pada pengambilan sampel dengan varietas NK212 didapatkan hasil 0.250. Pada pengambilan sampel dengan varietas PERTIWI 2 didapatkan hasil 0.133.

Berdasarkan hasil perhitungan metode dominasi menunjukkan bahwa tingkat dominasi pada setiap pengambilan sampel pada kedua varietas tersebut yaitu PERTIWI 2 dan DK95 tidak menunjukkan dominasi antar jamur endofit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hamsiah (2006) yang menyebutkan bahwa apabila nilai indeks dominasi diantara 0.00-0.050 termasuk dalam kriteria rendah, diantara 0.50-0.75 termasuk dalam kriteria sedang, dan diantara 0.75-1.00 termasuk dalam kriteria tinggi.

Dalam penelitian ini, pada jumlah dominasi pengambilan sampel dengan varietas NK212 yaitu 0.250 menunjukkan terdapat dominasi antar genus. Jamur yang mendominasi yaitu *Curvularia sp*, sesuai dengan pernyataan (Almaguer *et al.* 2013) bahwa *Curvularia sp* mampu tumbuh optimal pada suhu 10-40 °C. Menurut (Ariyanto, 2013) menyatakan bahwa kelimpahan jamur endofit didukung oleh kedua faktor yaitu biotik dan abiotik. Faktor biotik terdiri dari varietas dan jenis inang, sedangkan faktor abiotik terdiri dari kelembaban, suhu. Pada daerah tropis kelembaban dan suhu sangat mendukung pertumbuhan jamur endofit.

Indeks keseragaman

Untuk mengetahui keseragaman jamur endofit pada setiap pengambilan sampel ketiga varietas tanaman jagung, maka digunakan metode perhitungan dengan menggunakan indeks keseragaman (E). Hasil perhitungan indeks keseragaman dapat dilihat di (Tabel 8).

Indeks keseragaman pada pengambilan sampel dengan varietas DK95 didapatkan hasil 0.980. Pada pengambilan sampel dengan varietas NK212 didapatkan hasil 0.928. sedangkan pada pengambilan sampel dengan varietas PERTIWI 2 didapatkan hasil 0.979. Berdasarkan hasil perhitungan metode keseragaman menunjukkan bahwa tingkat keseragaman pada setiap pengambilan sampel ketiga varietas tergolong tinggi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Brower dan Zar (1997) bahwa apabila nilai indeks keseragaman berkisar antara 0.00-0.50 termasuk dalam kriteria keseragaman rendah dengan komunitas tertekan, nilai indeks keseragaman diantara 0.50-0.75 termasuk dalam kriteria keseragaman sedang dengan komunitas labil, sedangkan nilai indeks keseragaman diantara 0.75-1.00 termasuk dalam kriteria keseragaman tinggi dengan komunitas stabil. Selain itu, Oudum (1993) menyatakan bahwa indeks keseragaman menunjukkan kelimpahan mikroorganisme yang hampir seragam dan merata antar jenis, semakin tinggi nilai keseragaman, menunjukkan bahwa komunitas tersebut stabil.