

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Isolat Fungi Kontaminan Pascapanen pada Buah Jeruk Madu (*Citrus sp.*)

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, diperoleh 16 isolat fungi kontaminan dari sampel buah jeruk pascapanen. Seluruh isolat fungi kontaminan yang tumbuh memiliki karakteristik morfologi yang bervariasi. Karakteristik morfologi diamati berdasarkan warna koloni atas, warna koloni bawah, warna spora dan tekstur permukaan koloni fungi yang tumbuh pada media uji. Karakteristik morfologi isolat fungi kontaminan pada buah jeruk dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Karakteristik isolat fungi kontaminan pascapanen pada buah jeruk madu (*Citrus sp.*)

No	Isolat	Warna Koloni		Spora	Tekstur Permukaan Atas
		Atas	Bawah		
1	Sp1	Putih	Putih	Putih	Cottony
2	Sp2	Putih, abu-abu	Putih	Putih	Cottony
3	Sp3	Hijau tua	Kream	Putih	Velvety
4	Sp4	Putih	Putih	Putih	Cottony
5	Sp5	Hijau tua, putih, abu-abu	Kream	Putih	Velvety
6	Sp6	Cokelat tua	Cokelat tua	Cokelat	Powdery
7	Sp7	Abu-abu	Cokelat, abu-abu	Putih kehitaman	Cottony
8	Sp8	Putih, cokelat muda	Putih kekuningan	Putih, cokelat muda	Powdery
9	Sp9	Putih, cokelat tua	Kream	Cokelat	Powdery
10	Sp10	Cokelat tua	Cokelat tua	Cokelat	Powdery
11	Sp11	Cokelat tua	Cokelat tua	Cokelat	Powdery
12	Sp12	Putih, cokelat	Putih, kream	Cokelat	Powdery
13	Sp13	Cokelat muda	Kream	Cokelat muda	Powdery
14	Sp14	Putih, kekuningan	Kream	Cokelat	Powdery
15	Sp15	Hijau tua	Abu-abu	Cokelat	Powdery
16	Sp16	Hijau muda	Abu-abu	Hijau muda	Powdery

Karakteristik morfologi isolat fungi kontaminan bervariasi dan menunjukkan perbedaan. Perbedaan dalam warna, tekstur dan pertumbuhan koloni sangat membantu dalam mengelompokkan fungi ke dalam genus atau spesies tertentu. Pengamatan morfologi ini penting dilakukan karena setiap jenis fungi memiliki ciri khas tertentu yang membedakannya dari yang lain, baik dalam aspek makroskopis seperti warna koloni, tekstur dan ukuran maupun secara mikroskopis seperti bentuk spora dan struktur hifa. Pengamatan karakteristik morfologi koloni fungi perlu dilakukan agar mempermudah dalam proses identifikasi jenis fungi (Tamin *et al.*, 2012).

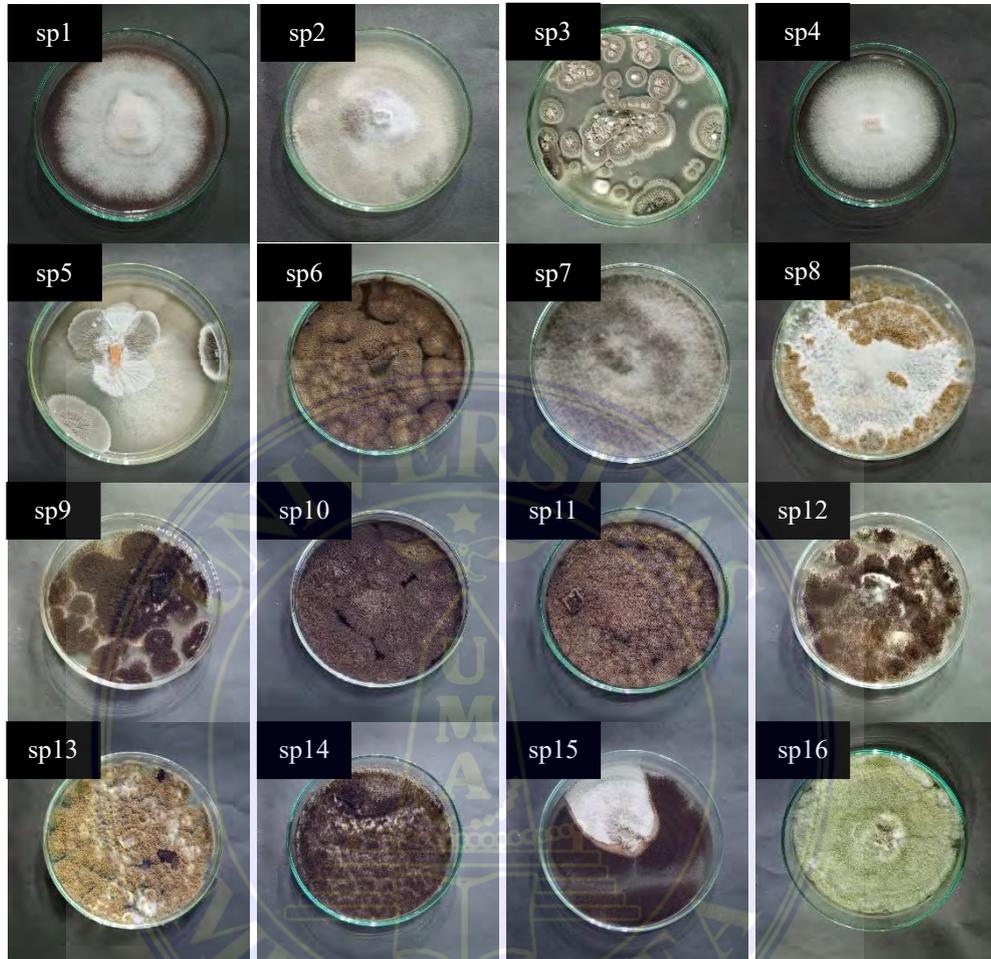
Berdasarkan data pada tabel 1, diketahui bahwa isolat ke-16 fungi kontaminan memiliki variasi warna koloni putih, abu-abu, coklat serta hijau dan variasi tekstur permukaan atas seperti cottony, velvety dan powdery.

Karakteristik tekstur permukaan cottony menunjukkan fungi yang memiliki hifa atau filamen yang tumbuh dengan sangat cepat dan membentuk struktur miselia yang halus, tebal dan menyebar dengan cepat ke seluruh media tumbuh.

Karakteristik tekstur permukaan velvety menunjukkan bahwa pertumbuhan miselium dan spora dalam koloni tersebut tumbuh dengan rapat dan tidak longgar seperti koloni yang bertekstur cottony. Tekstur permukaan ini menunjukkan pertumbuhan yang lebih teratur, stabil dan relatif lambat.

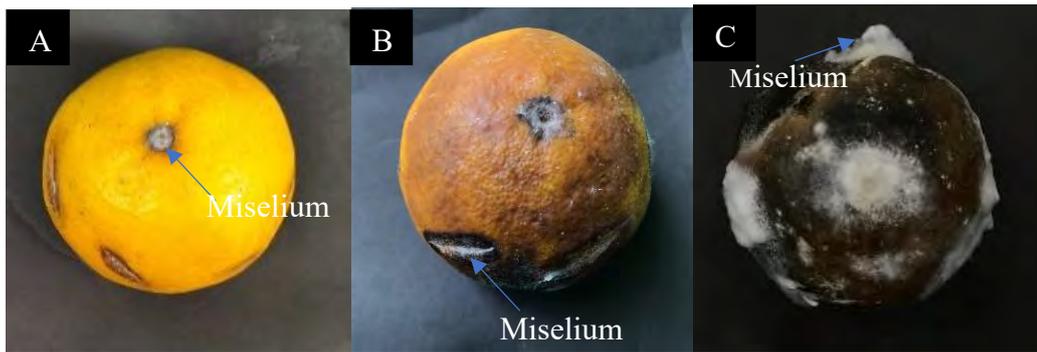
Karakteristik tekstur permukaan powdery menunjukkan bahwa koloni jamur menghasilkan banyak spora yang sangat kecil dan kering. Spora ini mudah terlepas dari hifa, sehingga ketika koloni terganggu, spora ini bisa menyebar ke udara atau ke permukaan lain. Tekstur permukaan powdery tampak seperti berbutir atau tidak rata.

Berikut adalah gambar karakteristik koloni dan tekstur permukaan atas fungi kontaminan yang diamati dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Isolat fungi kontaminan pascapanen pada buah jeruk madu yang tumbuh pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) masa inkubasi 10 hari
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Pertumbuhan fungi pascapanen pada buah jeruk mulai tampak pada hari ke-5 dan diamati sampai hari ke-20. Awal masa inkubasi buah terlihat buah jeruk masih segar dan tekstur kulit masih keras. Tampak terjadi perubahan kualitas fisik buah jeruk mulai hari ke-5 sampai hari ke-20. Pada hari ke-14 sampai hari ke-20 kulit buah jeruk berubah warna menjadi coklat kehitaman dengan tesktur menjadi lunak serta berair dan memiliki aroma busuk yang tidak sedap. Berikut adalah gambar penampakan perubahan fisik atau morfologi buah jeruk pada gambar 3.



Gambar 3. Proses pembusukan dan pertumbuhan fungi pascapanen pada buah jeruk, a) hari ke-5, b) hari ke-14, c) hari ke-20
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Pembusukan buah disebabkan oleh beberapa sebab diantaranya kondisi penyimpanan yang tidak tepat, seperti di tempat yang terlalu lembap sehingga dapat mempercepat pembusukan. Selain itu karena kerusakan fisik pada saat proses panen dan pengangkutan sehingga memudahkan fungi untuk menginfeksi buah. Secara alami buah mengalami proses pematangan dikarenakan buah memiliki hormon etilen oksida yang berfungsi menyebabkan proses pematangan terjadi. Jika proses pematangan berlangsung terus menerus maka buah akan masuk ke tahap pembusukan. Fungi kontaminan dengan mudah menurunkan kualitas buah-buahan, hal ini dikarenakan fungi dapat menghasilkan enzim pektinase dan selulase yang dapat memecah dinding sel tanaman sehingga menyebabkan jaringan buah menjadi lunak dan merusak tekstur serta penampilan buah. Apabila pada buah terdapat pelukaan, maka kulit buah yang biasanya berfungsi sebagai pelindung alami dari infeksi mikroorganisme, termasuk jamur, menjadi rusak. Luka-luka ini dapat menjadi pintu masuk bagi fungi kontaminan. Ketika kondisi lingkungan mendukung, seperti suhu dan kelembapan yang sesuai, fungi akan memiliki kesempatan untuk tumbuh dan berkembang biak (Guswai, 2018).

4.2 Diameter Pertumbuhan Koloni Fungi Kontaminan pada Media PDA (*Potato Dextrose Agar*)

Pengukuran diameter koloni fungi dilakukan untuk mengetahui tingkat kemampuan pertumbuhan dan adaptasi fungi pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*). Laju pertumbuhan diameter fungi dilakukan untuk mengetahui cepat atau lambatnya pertumbuhan diameter fungi tersebut secara umum.

Tabel 2. Diameter pertumbuhan koloni Fungi kontaminan pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) hari ke-2 sampai hari ke-10

No	Isolat	Diameter Pertumbuhan Fungi Hari ke-					Diameter Rata-rata (mm)
		2	4	6	8	10	
1	sp1	16,79	22,81	27,20	41,86	56,86	33,10
2	sp2	18,91	37,35	50,87	60,28	79,53	49,39
3	sp3	9,78	19,19	20,56	40,06	49,47	27,81
4	sp4	9,12	17,52	25,90	33,18	47,66	26,68
5	sp5	16,36	22,86	25,40	28,35	39,13	26,42
6	sp6	20,00	52,36	72,36	82,36	82,36	61,89
7	sp7	23,56	48,93	63,93	81,93	83,93	60,46
8	sp8	7,48	24,44	43,28	65,84	84,02	45,01
9	sp9	14,28	36,43	53,35	67,08	75,66	49,36
10	sp10	26,74	50,65	65,57	88,36	93,14	64,89
11	sp11	25,04	35,75	52,60	86,73	95,51	59,13
12	sp12	27,39	46,87	65,92	80,23	88,78	61,84
13	sp13	20,04	44,75	59,71	74,08	86,62	57,04
14	sp14	20,43	46,47	58,54	69,78	79,04	54,85
15	sp15	24,40	43,06	54,73	68,12	84,02	54,85
16	sp16	28,56	49,34	66,76	79,02	87,68	62,27

Berdasarkan hasil pengukuran diameter pertumbuhan isolat fungi kontaminan pada buah jeruk madu menunjukkan bahwa isolat sp10 memiliki rata-rata diameter pertumbuhan paling besar yaitu 64,89 mm sedangkan isolat sp5 memiliki rata-rata diameter pertumbuhan paling kecil yaitu 26,42 mm. Diameter pertumbuhan koloni fungi kontaminan pada buah jeruk madu dapat dilihat pada tabel 2 diatas.

Pertumbuhan fungi merupakan proses bertambahnya ukuran atau massa zat sebagai pertambahan jumlah sel yang biasa diartikan sebagai pertumbuhan koloni. Pertumbuhan koloni dapat dilihat berdasarkan ukuran koloni yang semakin besar dan semakin banyak. Pertumbuhan koloni fungi memiliki peran penting dalam proses hidup fungi karena menghasilkan spora atau konidia yang berperan sebagai alat reproduksi aseksual, penyebaran dan pertahanan pada lingkungan (Amira, 2015).

Perbedaan pertumbuhan fungi pada buah jeruk madu diduga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain sifat fungi, metabolisme dan nutrisi yang terdapat pada media atau substrat fungi. Hal ini sesuai pernyataan Sharma (2013) bahwa diameter pertumbuhan koloni dan karakteristik fungi sangat dipengaruhi oleh media yang digunakan untuk pertumbuhan.

Fungi membutuhkan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhannya. Nutrisi dapat digunakan sebagai sumber energi dan pertumbuhan sel (Basarang & Rianto, 2018). Nutrisi media yang memadai harus memberikan pertumbuhan yang baik dan optimal pada fungi karena nutrisi pada media berkaitan penting terhadap tingkat pertumbuhan fungi. Menurut Basu *et al.*, (2015) fungi dapat tumbuh optimal pada media yang mengandung karbohidrat dan nitrogen yang tinggi. Karbohidrat merupakan substrat utama untuk pertumbuhan fungi, yaitu sebagai sumber karbon dalam sistem metabolisme.

4.3 Hasil Identifikasi Isolat Fungi Kontaminan Pascapanen pada Buah Jeruk Madu (*Citrus* sp.)

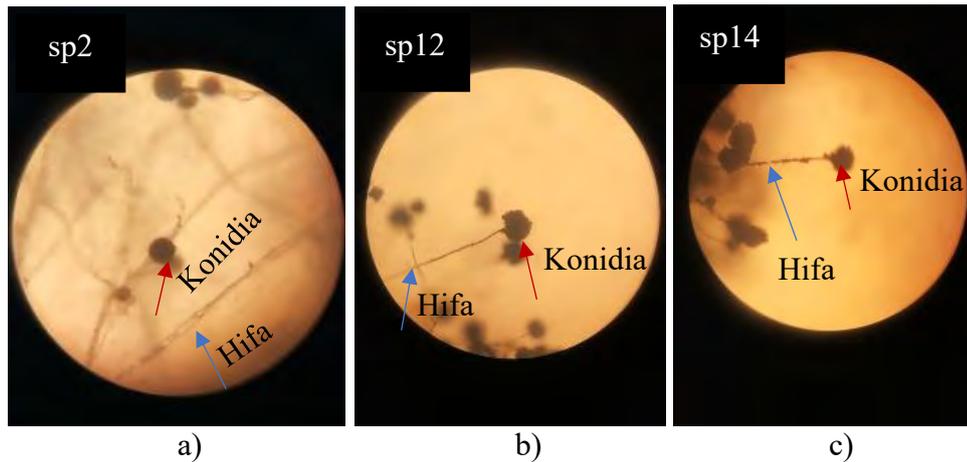
Hasil identifikasi fungi kontaminan dilakukan dengan buku Pengenalan Kapang Tropik Umum (Gandjar *et al.*, 1999). Identifikasi dilakukan berdasarkan bentuk konidia dan bentuk hifa secara mikroskop.

Berdasarkan identifikasi isolat fungi kontaminan pada buah jeruk madu diperoleh 4 genus fungi yaitu *Fusarium*, *Aspergillus*, *Penicillium* dan *Miselia sterilia*. Data hasil identifikasi disajikan pada tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Hasil identifikasi isolat fungi kontaminan pascapanen pada buah jeruk madu (*Citrus sp.*)

No	Kode Isolat	Bentuk Konidia	Bentuk Hifa	Jenis
1	sp1	Bulan Sabit	Bersekat	<i>Fusarium sp</i>
2	sp2	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp1</i>
3	sp3	Bulat	Bersekat	<i>Penicillium sp1</i>
4	sp4	Aconidialis	Hifa halus	<i>Miselia sterilia sp1</i>
5	sp5	Bulat	Bersekat	<i>Penicillium sp2</i>
6	sp6	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp2</i>
7	sp7	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp3</i>
8	sp8	Aconidialis	Hifa halus	<i>Miselia sterilia sp2</i>
9	sp9	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp4</i>
10	sp10	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp5</i>
11	sp11	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp6</i>
12	sp12	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp7</i>
13	sp13	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp8</i>
14	sp14	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp9</i>
15	sp15	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp10</i>
16	sp16	Bulat	Bersekat	<i>Aspergillus sp11</i>

Berdasarkan tabel 3. diatas dapat dilihat bahwa hasil identifikasi menunjukkan bahwa fungi kontaminan memiliki morfologi konidia yang bervariasi, dengan beberapa konidia berbentuk bulan sabit dan yang lainnya memiliki bentuk bulat, yang merupakan ciri khas dari beberapa fungi tertentu. *Miselia sterilia* tidak memiliki konidia atau disebut *Acondialis* karena tidak menghasilkan spora, baik seksual maupun aseksual. Selain itu, hifa fungi yang diamati juga memiliki karakteristik bersekat (septat), yang membantu dalam mengklasifikasikan fungi ini ke dalam genus tertentu. Berikut adalah gambar hasil pengamatan bentuk konidia dan hifa fungi kontaminan pada buah jeruk madu yang diamati di bawah mikroskop pada gambar 4.



Gambar 4. Pengamatan mikroskopis fungi kontaminan, a) sp2, b) sp12, c) sp14 dengan perbesaran 10x40,
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Fungi *Fusarium* sp. memiliki koloni berbentuk bulat, warna koloni atas putih, tekstur seperti kapas dan warna koloni bawah putih. Karakter ini sesuai dengan pernyataan Samson *et al.*, (2014) dan Kiswanti dan Sumardiyono (2014) menyatakan bahwa karakter koloni *Fusarium* sp. pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) biasanya berwarna putih, kuning, merah muda, atau ungu dan miselium seperti kapas.

Pengamatan secara mikroskopis fungi *Fusarium* sp. memiliki karakter yaitu hifa bersekat, tidak berwarna (hialin) dan bercabang. Konidiofor berbentuk tunggal dengan bentuk silindris dan bersekat, memiliki mikrokonidia dan makrokonidia yang berwarna hialin dan bersekat. Makrokonidia seperti bulan sabit panjang yang bersekat dan mikrokonidia berbentuk ovoid atau pyriform. Makrokonidia seperti bulan sabit memiliki sel kaki (pedicellate) yang jelas dengan sel ujung makrokonidia berbentuk agak bengkok (Ruspa, 2012).

Fungi *Aspergillus* sp. memiliki warna koloni putih keabu-abuan dengan tekstur cotton seperti kapas. Fungi *Aspergillus* sp. memiliki konidia berbentuk bulat dan lebar memiliki warna hitam, coklat hitam atau kehijauan. Konidiofornya tegak,

panjang dan berbentuk secara bebas. Fungi *Aspergillus* sp. dapat menyebabkan kerusakan pada buah dengan pembusukan. Fungi tersebut dapat tumbuh pada suhu lingkungan yang lembab atau suhu ruang yang terbuka (Atika, 2019).

Karakteristik spesifik umum pada cendawan *Penicillium* sp. memiliki warna koloni abu-abu kehijauan dan putih dengan tekstur padat (Nadhifah, 2016). Hasil pengamatan mikroskopis yaitu karakter konidiofor bersekat. Konidiofor silindris terdiri dari batang Tunggal membentuk beberapa fialid, panjang dan berwarna hialin. Konidia berbentuk bulat dan fialid berbentuk seperti botol. Simanjuntak *et al.*, (2015) menyatakan bahwa karakter mikroskopis anggota spesies *Penicillium* sp. ada yang memiliki fialid berbentuk botol yang terdiri dari 3-6 fialid, konidia kehijauan berbentuk bulat, metula berbentuk silinder dan konidiofor berwarna hialin.

Fungi *Miselia sterilia* memiliki warna koloni putih dengan tekstur halus seperti kapas. *Miselia sterilia* merupakan sekelompok fungi yang tidak dapat diidentifikasi di media PDA (*Potato Dextrose Agar*) karena tidak menghasilkan spora. Fungi *Miselia sterilia* merupakan fungi yang menyebabkan munculnya miselium berwarna putih pada permukaan kulit buah dengan tekstur kulik lunak dan berair. Daging buah membusuk dan berair hingga keseluruhan serta terjadi perubahan aroma yang menyengat. Serangan fungi *Miselia sterilia* dapat menyebabkan pada produk buah dan sayuran menjadi layu sehingga menyebabkan kerusakan hasil panen (Khastini *et al.*, 2022).