

# I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Gandum sebagai tanaman sereal penting di dunia, memiliki peran strategis dalam mendukung ketahanan pangan dan pemenuhan kebutuhan pangan manusia. Gandum merupakan bahan pangan sumber karbohidrat yang dikonsumsi masyarakat Indonesia terbesar kedua setelah beras, yaitu sebesar 25 kg per kapita (USDA 2019). Ditinjau dari kandungan nutrisi, gandum merupakan tanaman sereal yang memiliki komposisi nutrisi lebih tinggi dibanding tanaman sereal lain. Komposisi protein gandum 13%, jagung dan oats 10%, padi 8%, barley dan rye 12%, sedang karbohidrat gandum 69%, padi 65%, jagung 72%, barley 63% dan Rye 71% (Adnyana *et al.* 2006). Gandum merupakan tanaman sereal yang tumbuh di daerah subtropis, namun tanaman ini dapat tumbuh dengan baik di daerah tropis dengan ketinggian lebih dari 800 m dpl (Handoko 2007) dengan curah hujan sekitar 139 mm per tahun (Sun *et al.* 2006). Gandum sudah dikembangkan di Indonesia sejak tahun 2001 di tujuh provinsi yaitu Sumatera Barat, Bengkulu, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, dan Sulawesi Selatan (Baga dan Puspita 2013). Pengembangan gandum dilakukan secara terprogram dan skala cukup luas dengan dukungan APBN sejak tahun 2004 melalui program Gandum Berkibar (Direktorat Budi Daya Sereal 2003).

Dalam perkembangan hingga saat ini areal pertanaman gandum semakin menurun. Hal ini disebabkan karena tanaman ini belum memberikan keuntungan yang layak secara ekonomi mengingat produksinya yang masih rendah akibat belum adanya varietas yang mampu memproduksi tinggi, hama dan penyakit tanaman yang banyak khususnya cendawan, kesiapan benih yang kurang, alat pascapanen penyosoh dan penepung yang belum tersedia sehingga kualitas hasil gandum di Indonesia belum dapat menyaingi kualitas gandum impor (Sembiring *et al.* 2016). Prospek pertanaman gandum kedepan dinilai cukup baik karena beberapa wilayah di Indonesia sesuai untuk pengembangan gandum mulai dari dataran tinggi sampai sedang seperti NTT dan sebagian Papua yang memiliki iklim mikro yang sesuai untuk pertanaman gandum. Menurut data Balai Besar Sumberdaya Lahan Pertanian (BBSDLP) Kementan, potensi pertanaman gandum paling besar di Papua sekitar 976 ribu ha dan di NTT dapat dikembangkan sampai dengan 52 ribu ha (Kementan 2019).

Kebutuhan gandum sebagai alternatif bahan pangan mengakibatkan Indonesia terus mengimpor gandum. Tingginya volume impor menjadikan Indonesia sebagai negara pengimpor gandum terbesar kedua di dunia setelah Mesir (BPS 2019). Pertumbuhan impor gandum Indonesia disebabkan permintaan bahan makanan dan pakan meningkat. Selain itu, pertumbuhan penduduk dan pendapatan, serta tren diet mengikuti pola Barat yang mengonsumsi aneka kue kering, mi instan, dan daging unggas berakibat meningkatnya permintaan gandum. Seiring dengan importasi gandum yang tinggi dapat menimbulkan risiko kemungkinan terbawanya Organisme Pengganggu Tumbuhan Karantina (OPTK).

Patogen penyebab penyakit penting pada gandum yang dapat merusak secara ekonomi adalah *Tilletia caries*, *T. laevis*, *T. indica*, *T. controversa*, *Anguina tritici*, *Barley stripe mosaic virus*, *Cochliobolus sativus*, *Corynebacterium michiganense* pv. *tritici*, *Gibberella zeae*, dan *Ustilago tritici* (Mardinus 2003).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Berdasarkan Permentan nomor 31/PERMENTAN/KR.010/7/ 2018 tentang Jenis OPTK, menyatakan bahwa gandum termasuk tanaman yang harus diperketat pemasukkan impornya ke Indonesia. Hal tersebut disebabkan oleh adanya OPTK yang menyerang biji gandum yang belum terdapat di negara Indonesia yaitu dari golongan cendawan *Tilletia* spp. Cendawan *Tilletia* dapat menyerang pertanaman gandum dan dapat menyebabkan kehilangan hasil sampai 85% bergantung spesies dari cendawan itu sendiri (Kochanova *et al.* 2004; Vanova *et al.* 2006). Spesies dari *Tilletia* spp. diantaranya yaitu *T. foetida*, *T. caries*, dan *T. controversa* (Malvick 1987).

Dampak infeksi *Tilletia* spp. pada kualitas biji atau benih gandum menunjukkan efek yang sangat kecil terhadap viabilitas tetapi sangat berpengaruh besar terhadap kualitas biji dengan terjadinya perubahan warna biji dan menimbulkan bau serta mempengaruhi rasa pada produk yang dihasilkan (Barantan 2016). Gandum yang mengandung lebih dari 3% biji yang tertular tidak layak dikonsumsi manusia (Muis dan Nonci 2016). Hal ini menjadi penting karena Indonesia selain mengimpor gandum juga mengekspor produk olahannya. Menurut Aptindo (2019), sampai dengan September 2019 ekspor industri terigu nasional dan aneka produk turunannya mencapai US\$ 623,8 juta atau Rp 8,7 triliun. Berdasarkan potensi kerugian yang dapat ditimbulkan, maka deteksi cendawan *Tilletia* spp. sebagai penyebab penyakit bunt pada biji gandum perlu dilakukan. Biji gandum yang terserang *Tilletia* spp. berbentuk pipih dibandingkan dengan yang sehat. Seluruh kernel biasanya menjadi gosong dan terkadang kernel hanya sebagian yang terinfeksi. Biji yang gosong memiliki massa spora yang berbau amis (bau ikan busuk) dan banyak yang hancur saat gandum panen (CABI 2019).

Risiko masuknya OPTK *Tilletia* spp. cukup besar karena volume impor dan frekuensi yang tinggi. Menurut BPS (2020) volume gandum impor pada tahun 2019 mencapai 10,69 juta ton. Gandum yang diimpor tersebut ditujukan untuk kebutuhan konsumsi sehingga dilakukan proses pengolahan. Selama tahun 2020, frekuensi *Tilletia* spp. terdeteksi yaitu sebanyak 47 dari 89 kali pemasukan biji gandum yang masuk ke Indonesia melalui Balai Karantina Pertanian Kelas II Cilegon. Hingga saat ini informasi terkait keberadaan *Tilletia* spp. yang terbawa biji gandum setelah masuk Indonesia masih sangat sedikit. Selain itu deskripsi gejala dan karakter morfologi yang detail belum tersedia. Untuk itu perlu dilakukan deteksi, karakterisasi, dan identifikasi penyakit *bunt* yang disebabkan oleh *Tilletia* spp. tersebut serta menguji viabilitas dari *Tilletia* spp. pada biji gandum yang masuk melalui Balai Karantina Pertanian Kelas II Cilegon.

## 1.2 Perumusan Masalah

Gandum merupakan tanaman penting dan menjadi sumber alternatif bahan pangan yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Kebutuhan gandum Indonesia tidak dapat dipenuhi oleh produksi dalam negeri sehingga mengharuskan impor. Importasi gandum Indonesia terus meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan pangan dan pakan.

Tingginya angka importasi gandum konsumsi mengakibatkan risiko masuk OPTK terutama OPTK yang belum ada di Indonesia yang dapat merugikan secara ekonomi. Penyakit *bunt* yang disebabkan oleh *Tilletia* spp. merupakan salah satu OPTK yang dapat merugikan karena dapat merusak kualitas biji gandum dan

menimbulkan risiko sedang (Barantan 2016). Berdasarkan pemikiran ini, beberapa pertanyaan penelitian yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah:

1. Apakah biji gandum yang diimpor ke Indonesia membawa *Tilletia* spp.?
2. Apakah *Tilletia* spp. terdeteksi pada biji gandum konsumsi impor?
3. Bagaimana gejala penyakit *bunt* pada biji gandum?
4. Apakah *Tilletia* spp. masih dapat berkecambah?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah mendeteksi keberadaan *Tilletia* spp. pada biji gandum konsumsi impor, mempelajari karakteristik *Tilletia* spp. penyebab penyakit *bunt*, dan menguji viabilitas teliospora *Tilletia* spp.

### 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian memberikan informasi mengenai (1) deskripsi gejala penyakit *bunt* pada biji gandum (2) keberadaan *Tilletia* spp. yang terbawa biji gandum konsumsi impor, dan (3) viabilitas teliospora *Tilletia* spp. yang terbawa biji gandum impor

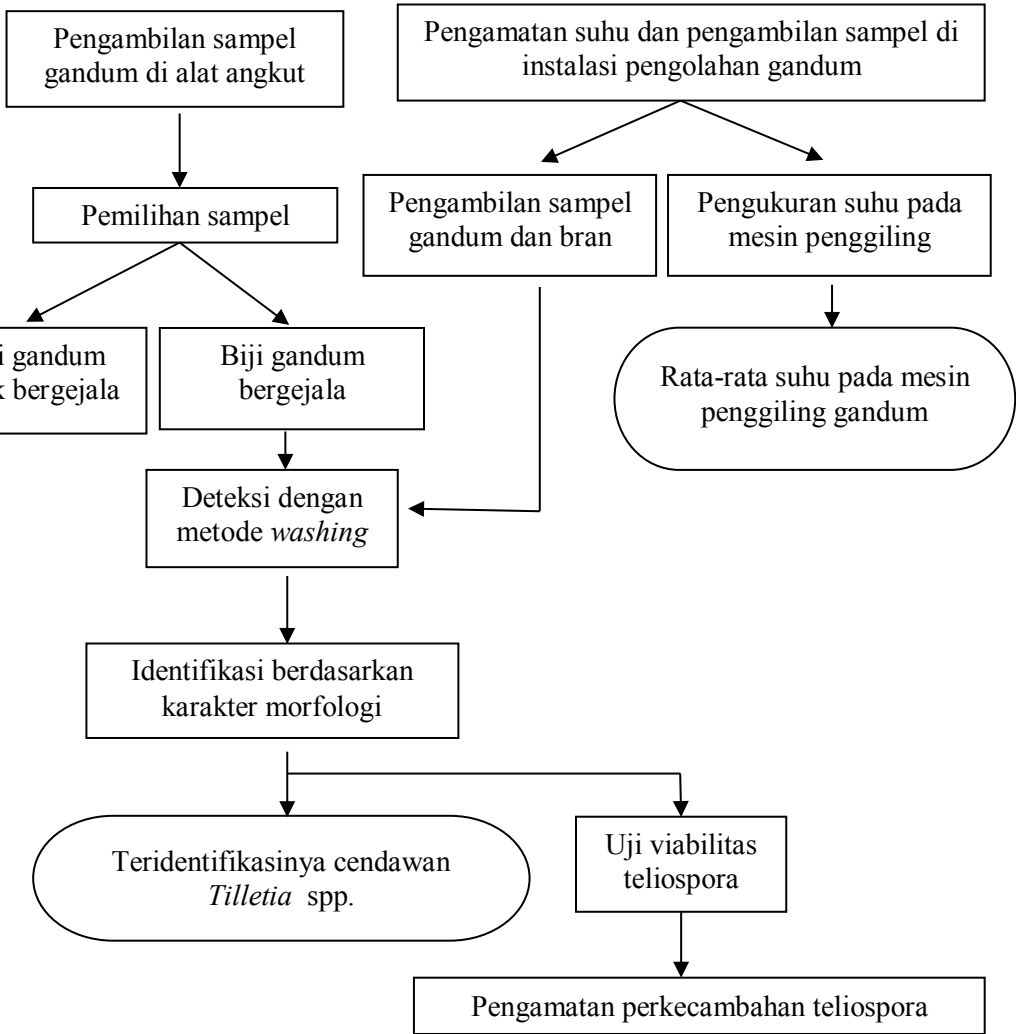
### 1.5 Hipotesis Penelitian

Biji gandum impor membawa *Tilletia* yang viabel.

### 1.6 Kerangka Penelitian

Kegiatan penelitian mencakup penelitian di laboratorium dan di Instalasi pengolahan gandum (Gambar 1). Langkah-langkah yang dilakukan untuk mencapai tujuan yaitu dengan melakukan deskripsi gejala penyakit *bunt* pada biji gandum, deteksi dan identifikasi cendawan yang terbawa biji gandum secara morfologi, pengujian perkecambahan teliospora *Tilletia* spp.





Gambar 1.1 Alur Penelitian

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tanaman Gandum

Gandum merupakan salah satu jenis tanaman yang pertama kali di domestikasi oleh umat manusia pada sekitar 10 000 tahun yang lalu di wilayah *fertile crescent*, meliputi Yordania, Lebanon, Turki, Syria, Irak dan Israel. Pada saat itu telah terjadi perubahan pola hidup manusia dari ladang berpindah menjadi pola bercocok tanam dan beternak. Jumlah spesies gandum saat ini tercatat 23 spesies. Pencatatan klasifikasi gandum dilakukan dengan dua cara, yaitu berdasarkan penamaan tradisional dan informasi genetiknya. Dalam satu spesies, gandum masih dibedakan lagi berdasarkan waktu tanam (musim dingin dan musim semi) kandungan nutrisi, kualitas gluten, dan warna biji (Azrai *et al.* 2016). Tanaman gandum tidak hanya mempunyai kompleksitas dalam aspek genomik (diploid, tetraploid, dan hexaploid) tetapi juga mempunyai spesies yang sangat banyak. Hal ini menyebabkan pencatatan sejarah klasifikasi gandum lebih lambat dibandingkan dengan jagung dan sorgum. Catatan sejarah menunjukkan bahwa yang pertama kali melakukan deskripsi tertulis tentang gandum adalah Linnaeus pada tahun 1753. Linnaeus saat itu mendeskripsikan tujuh spesies gandum yaitu *T. aestivum*, *T. hybernum*, *T. turgidum*, *T. spelta*, *T. monococcum*, *T. repens*, dan *T. caninum*. Linnaeus kemudian membagi *common wheat* menjadi dua spesies, yaitu spesies untuk musim semi (*T. aestivum*) yang dicirikan oleh adanya bulu (*awn*) dan spesies musim dingin (*T. hybernum*) dengan ciri bulu yang kurang (*awnless*) (Azrai *et al.* 2016). Berikut adalah taksonomi tanaman gandum,

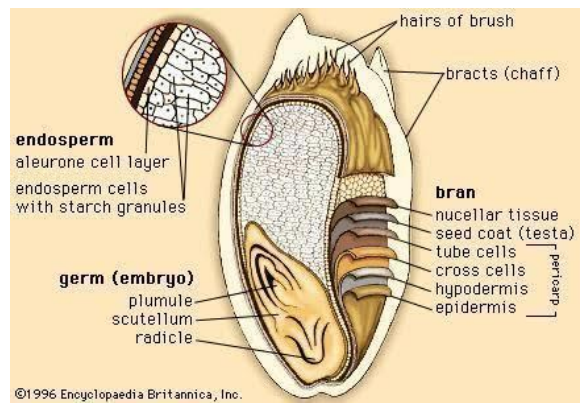
Kingdom : Plantae  
 Kelas : Monocotyledoneae  
 Sub kelas : Liliopsida  
 Ordo : Poales  
 Famili : Poaceae  
 Sub famili : Pooideae  
 Tribe : Triticeae  
 Genus : *Triticum*  
 Spesies : *T. aestivum*

Gandum termasuk kelas Monocotyledoneae (tumbuhan biji berkeping satu) dengan subkelas Liliopsida, dari ordo Poales, yang dicirikan oleh bentuk tanaman terjal dengan siklus hidup semusim. Famili poaceae atau lebih dikenal sebagai *Gramineae* (rumput-rumputan) memiliki ciri khas berakar serabut, batang berbuku, dan daun sejajar dengan tulang daun. Gandum merupakan tanaman sereal yang termasuk ke dalam famili poaceae dengan tribe triticeae (Nevo *et al.* 2002).

Secara umum, gandum yang dibudidayakan manusia saat ini hanya dua jenis yaitu gandum roti (*T. aestivum*) yang meliputi 95% produksi gandum dunia dan gandum durum (*T. durum*) yang meliputi 5% dari produksi gandum dunia. Kedua spesies gandum tersebut telah mengalami proses evolusi yang panjang sejak zaman prasejarah. Proses evolusi tanaman gandum agak rumit karena faktor ploiditi, dimana adanya spesies diploid ( $2n = 14$  kromosom), tetraploid ( $2n = 28$  kromosom), dan hexaploid ( $2n = 42$  kromosom). Faktor ploiditi sangat penting karena spesies dengan ploiditi yang sama mempunyai tingkat kekerabatan yang lebih dekat



dibandingkan dengan ploidi yang berbeda (Azrai *et al.* 2016). Gandum durum dan gandum roti, secara genetik berbeda namun secara morfologi mirip, yang membedakan adalah kandungan proteinnya. Gandum durum memiliki kandungan protein yang lebih tinggi daripada gandum roti (Pauly *et al.* 2013). Gandum merupakan tanaman kelompok serealia, satu famili dengan padi, jagung, hanjeli, dan sorgum. Dalam sistem taksonomi tumbuhan, gandum termasuk dalam keluarga *Poaceae* atau lebih dikenal sebagai *Gramineae* (rumput-rumputan), dengan ciri khas berakar serabut, batang berbuku, dan daun sejajar dengan tulang daun. Secara umum morfologi tanaman gandum terdiri atas akar, batang, daun, anakan, bunga dan biji. Bagian tanaman gandum yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah bijinya. Biji merupakan alat perkembangbiakan bagi tanaman gandum karena dalam biji terdapat embrio yang akan tumbuh menjadi tanaman yang baru. Biji gandum berkeping satu dan keras sehingga sering disebut kariopsis. Jumlah biji yang terbentuk dalam setiap spike bila semua bakal biji terserbuki dan tumbuh normal mencapai lima biji/spike, sedangkan jumlah spike bisa mencapai 20 spike/malai, namun jumlah biji per malai 10-60 biji. Panjang biji 3-8 mm, dengan bobot 1 000 biji berkisar antara 15-44 g (Percival *dalam* Nurazika 2018).



Gambar 2.1 Bagian-bagian biji gandum.

Kernel pada umumnya berbentuk oval dengan panjang 6-8 mm dan diameter 2-3 mm. seperti jenis lainnya, gandum memiliki tekstur yang keras. Biji gandum terdiri atas tiga bagian yaitu bagian kulit (*bran*), bagian endosperma dan bagian lembaga (*germ*). Bagian kulit dari biji gandum sebenarnya tidak mudah dipisahkan karena merupakan satu kesatuan dari biji gandum, tetapi bagian kulit ini biasanya dapat dipisahkan melalui proses penggilingan. *Bran* merupakan kulit luar gandum dan terdapat sebanyak 14,5% dari total keseluruhan gandum. *Bran* terdiri atas lima lapisan yaitu epidermis (3,9%), epikarp (0,9%), endokarp (0,9%), testa (0,6%), dan aleuron (9%). *Bran* memiliki granulasi lebih besar dibanding *pollard*, serta memiliki kandungan protein dan kadar serat tinggi sehingga baik dikonsumsi ternak besar. Epidermis merupakan bagian terluar biji gandum, mengandung banyak debu yang apabila terkena air akan menjadi liat dan tidak mudah pecah. Fenomena seperti ini dimanfaatkan pada penggilingan gandum menjadi tepung terigu agar lapisan epidermis yang terdapat pada biji gandum tidak hancur dan mengotori tepung terigu yang dihasilkan. Sebagian besar protein yang terkandung dalam *bran* adalah protein larut (albumin dan globulin).

Endosperma merupakan bagian terbesar dari biji gandum (80-83%) yang banyak mengandung protein, pati, dan air. Pada proses penggilingan, bagian inilah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

yang akan diambil sebanyak-banyaknya untuk diubah menjadi tepung terigu dengan tingkat kehalusan tertentu. Pada bagian endosperma juga terdapat zat abu yang kandungannya akan semakin kecil jika mendekati inti dan akan semakin membesar jika mendekati kulit. Lembaga terdapat pada biji gandum sebesar 2,5-3%. Lembaga merupakan cadangan makanan yang mengandung banyak lemak dan terdapat pada bagian yang selnya masih hidup bahkan setelah pemanenan. Disekeliling bagian yang masih hidup terdapat sedikit molekul glukosa, mineral, protein, dan enzim. Pada kondisi yang baik, akan terjadi perkecambahan yaitu biji gandum akan tumbuh menjadi tanaman gandum yang baru. Perkecambahan merupakan salah satu hal yang harus dihindari pada tahap penyimpanan biji gandum. Perkecambahan ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya kondisi kelembapan yang tinggi, suhu yang relatif hangat, dan kandungan oksigen yang melimpah. Lembaga atau intisari gandum merupakan embrio dalam tanaman gandum. Persentase lembaga mencapai 2,5-3% dari biji gandum utuh. Warnanya cokelat keemasan dan berbentuk serpihan. Pada produksi tepung terigu, intisari gandum dihilangkan pada saat proses pemurnian biji gandum. Hal ini dikarenakan kandungan minyak nabati yang tinggi pada intisari gandum sehingga pembuangannya akan mencegah tepung agar tidak mudah teroksidasi, tengik dan awet saat disimpan (CABI 2019).

Mutu gandum bergantung pada jenis gandum dan lingkungan tumbuh yang dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu gandum keras (*hard wheat*) dan gandum lunak (*soft wheat*). Di daerah yang mempunyai dua musim terdapat gandum musim panas (*hard spring*) dan gandum musim dingin (*hard winter*). Gandum merah (*soft red wheat*) dan gandum putih (*white wheat*) dikelompokkan sebagai gandum lunak. Biji gandum memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, diantaranya karbohidrat 60-80%, protein 10-20%, lemak 2-2,5%, mineral 4-4,5% dan sejumlah vitamin lainnya (Šramková *et al.* 2009). Dalam pembuatan makanan, hal yang harus diperhatikan adalah ketepatan penggunaan jenis tepung terigu. Tepung terigu dengan kandungan protein 12-14% ideal untuk bahan baku roti dan mi; 10,5-11,5% untuk biskuit, pastry/*pie*, dan donat. Pada pembuatan gorengan, *cake*, dan wafer dapat menggunakan gandum dengan kadar protein 8-9%. Oleh karena itu, semua tepung terigu belum tentu sesuai dengan produk makanan yang akan dibuat (Bogasari 2011). Keunggulan mutu protein terigu adalah kemampuan membentuk gluten yang diperlukan untuk berbagai produk terutama roti, mi, dan kue. Sifat fisikokimia spesifik tersebut tidak dimiliki oleh tepung sereal lainya.

## 2.2 Cendawan *Tilletia* spp.

### 2.2.1 *Tilletia indica*

*T. indica* adalah cendawan yang menyebabkan penyakit *karnal bunt* pada biji gandum. Cendawan ini termasuk dalam filum Basidiomycota, subfilum Ustilaginomycotina, kelas Ustilaginomycetes, subkelas Exobasidiomycetidae, ordo Tilletiales, family Tilletiaceae, dan genus *Tilletia* (CABI 2019). Penyakit *karnal bunt* sulit diidentifikasi di lapangan. Biji gandum tertular secara acak dan biasanya hanya sebagian yang terinfeksi cendawan ini, sehingga penyakit ini disebut juga *partial bunt*. Davis dan Jackson (2009) mengemukakan bahwa gejala penyakit karnal bunt pertama kali terlihat pada fase masak susu yang ditandai dengan warna hitam di sekitar dasar biji namun tidak selalu bisa dikenali hingga biji dirontok dan biji nampak kehitam-hitaman. Embrio dan bagian endosperma pada biji yang



terinfeksi tertutupi oleh massa spora yang berwarna hitam dan mengeluarkan bau amis akibat senyawa trimetilamin. Gejala penyakit bergantung pada kondisi iklim terutama dapat terlihat jelas pada musim dingin. Cendawan dapat menurunkan panjang malai dan jumlah bulir. Tanaman yang terinfeksi menjadi kerdil. Patogen ini secara umum hanya menginfeksi beberapa bulir dan dapat dilihat dengan banyaknya masa spora berwarna cokelat sampai hitam. Karakteristik dari bulir yang telah terinfeksi adalah adanya bau seperti bau busuk ikan. Infeksi dimulai dari hilum memasuki endosperma lalu menutupi seluruh kulit dan biji menjadi hancur (CABI 2019).

Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Tilletia indica* (syn. *Neovossia indica*). Penyakit tersebar melalui spora dari biji yang terinfeksi dan dalam tanah yang telah terkontaminasi dari pertanaman sebelumnya (Davis dan Jackson 2009, Prescott *et al.* 2012). Lapisan luar halus yang mengelilingi setiap kantung teliospora mudah rusak selama panen sehingga menyebabkan spora menyebar ke tanah. Teliospora berkecambah bila kelembapan sesuai dan menghasilkan banyak miselium di permukaan tanah. Miselium ini secara paksa dikeluarkan dari basidiospora dan tersebar baik melalui angin, percikan air, ataupun serangga (Davis dan Jackson 2009). Tingkat serangan dan perkembangan penyakit ini bergantung pada kondisi lingkungan sejak terbentuknya malai hingga pengisian biji (Prescott *et al.* 2012). Teliospora dapat bertahan hidup di dalam tanah. Teliospora berkecambah pada atau di dekat permukaan tanah yang dipengaruhi oleh suhu dan kelembapan tanah. Suhu optimum terjadinya perkecambahan adalah pada suhu 20-25 °C. Teliospora menghasilkan promiselium yang tersusun dari banyak miselium primer filiform. Selanjutnya miselium primer akan merangsang pembentukan miselium sekunder yang berbentuk allantoid (seperti sosis) atau filiform (hifa juga dapat menghasilkan miselium sekunder). Miselium sekunder yang berbentuk allantoid dan filiform dapat terbentuk secara bersamaan, tetapi hanya miselium sekunder berbentuk allantoid yang diduga menginfeksi dan menyebabkan penyakit. Miselium sekunder ini biasa disebut dengan ballistospora. Miselium (primer dan sekunder) dapat disebarkan oleh angin atau air hujan dan berperan sebagai sumber utama infeksi. Patogen dalam tanaman inang dapat tersebar secara sistemik. Penyakit yang disebabkan oleh cendawan ini sangat sesuai berkembang pada kondisi suhu yang rendah (kondisi dingin) dan kelembapan relatif yang tinggi (CABI 2019).

Teliospora *T. indica* berwarna gelap kemerahan hingga warna tembaga atau kecokelatan hingga cokelat tua. Beberapa spora biasanya berwarna hitam agak kusam, berbentuk membulat hingga setengah bola, biasanya memiliki fragmen miselia, berdiamter 24-47 µm. Sel steril berada bersama teliospora pada sorus. Bentuk sel steril bervariasi, mulai dari bulat, setengah bola, hingga lakrimiform, berwarna cokelat kekuningan, berukuran lebar 10-28 µm dan panjang 48 µm, memiliki struktur tangkai yang berkembang dengan baik, dinding selnya memiliki ketebalan lebih dari 7 µm. Miselium primer biasanya berukuran (64-79) x (1,5-2) µm sedangkan miselium sekunder biasanya berukuran (12-13) x 2 µm (CABI 2019). Penyakit ini dapat merusak tanaman gandum, triticale, rye, tapi tidak merusak tanaman barley dan oats (Davis dan Jackson 2009; Prescott *et al.* 2012). Penyakit *karnal bunt* endemik di negara-negara Asia dan Meksiko. Pertama kali dilaporkan di India pada tahun 1931, kemudian menyebar ke Pakistan, Meksiko, Amerika Serikat, Iran, Nepal, Brazil, dan Afrika Selatan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Pengaruh penyakit *karnal bunt* terhadap penurunan hasil hanya sedikit, namun banyak negara yang menerapkan *zero tolerance* terhadap spora penyakit pada biji, sehingga penyakit ini masuk dalam daftar karantina di sejumlah negara. Hasil survei di India menunjukkan kehilangan hasil akibat serangan penyakit ini hanya sekitar 0,5%, namun di beberapa lokasi bisa mencapai 89%. Penyakit ini tidak menimbulkan risiko kesehatan pada manusia, namun mengurangi kualitas tepung. Gandum yang mengandung lebih dari 3% biji yang tertular tidak layak dikonsumsi manusia. Bau dan palatabilitas seluruh makanan dan produk jadi terpengaruh oleh bahan kimia trimetilamin yang dihasilkan cendawan. Pasta produk yang dibuat dari tepung yang terkontaminasi dengan spora *karnal bunt* memiliki warna yang tidak dapat diterima oleh pembeli (Muis dan Nonci 2016).

Menurut Davis dan Jackson (2009), penggunaan benih bebas penyakit sangat penting. Sejumlah varietas tahan telah dikembangkan, namun belum ada yang imun terhadap penyakit ini. Pergiliran tanaman dianjurkan dengan selain gandum selama 5 tahun. Penggunaan plastik penutup tanah dapat meningkatkan suhu tanah dan mengurangi kecambah teliospora. Beberapa fungisida efektif mengendalikan *karnal bunt*. Perlakuan benih dengan fungisida telah digunakan untuk mengurangi penyebaran inokulum melalui benih. Fungisida yang dilaporkan efektif menghambat perkembangan penyakit ini adalah PCNB dan carboxin ditambah tiram. Masalah yang dihadapi dengan fungisida saat ini adalah spora *karnal bunt* akan berkecambah setelah spora tercuci bahan kimia (Muis dan Nonci 2016).



Gambar 2.2 Gejala *karnal bunt* pada biji gandum (a), gejala *karnal bunt* pada malai gandum (b), teliospora *T. indica* (c).

### 2.2.2 *Tilletia tritici*

*T. tritici* adalah cendawan yang menyebabkan penyakit *common bunt* pada biji gandum. Cendawan ini termasuk dalam filum Basidiomycota, subfilum Ustilaginomycotina, kelas Ustilaginomycetes, subkelas Exobasidiomycetidae, ordo Tilletiales, famili Tilletiaceae, dan genus *Tilletia* (CABI 2019). Teliospora *T. tritici* berwarna cokelat kehitaman, berbentuk bulat atau agak bulat, retikulat (melapisi dengan gambaran yg mirip kisi-kisi) menyerupai jaring-jaring dengan cekungan dangkal hingga dalam, berdiameter 14-25  $\mu\text{m}$ . Sel steril bulat atau agak besar, ber dinding tipis, hialin, halus atau dengan sedikit retikulat, berdiameter 12 - 16  $\mu\text{m}$  (Marthur dan Kongsdal 2003).

Teliospora *T. tritici* yang berkecambah di dalam benih atau di dalam tanah biasanya menghasilkan hifa infeksi yang menembusi bagian koleoptil pada benih yang sedang berkembang. Hifa infeksi ini tumbuh ke arah meristem apikal dengan segera sebelum tanaman mulai tumbuh memanjang (Ariswanto 2018). Teliospora di permukaan biji berkecambah bersama dengan benih. Miselium sekunder yang dihasilkan menginfeksi koleoptil dari bibit muda sebelum munculnya daun sejati

pertama. Miselium tumbuh secara internal kemudian menginfeksi dan berkembang. Tanaman yang terinfeksi berkembang secara normal sampai biji-bijian dapat terlihat telah diisi oleh bola *bunt*. Di tanah yang lembap, teliospora biasanya berkecambah dan akan mati dengan tidak adanya tanaman inang. Pada musim kering, teliospora dapat bertahan hidup di tanah (terutama jika terlindung dari cahaya) dari satu panen kemusim tanam yang berikutnya. Angin dapat menerbangkan spora, terutama dari akhir panen pertanaman sebelumnya ke pertanaman di sebelahnya yang masih berupa tanah siap tanam (Bryson *et al.* 2004). Suhu optimum bagi terjadinya infeksi adalah sekitar 5-10 °C. Teliospora *T. tritici* dapat bertahan hidup selama beberapa tahun di dalam tanah dan benih yang terkontaminasi. Teliospora memiliki inti sel yang bersifat diploid dan akan membelah secara meiosis sesaat sebelum perkecambahan. Perkecambahan terjadi sangat cepat pada suhu 18-20 °C, memerlukan sekitar 4-5 hari pada suhu 15 °C, dan 10-14 hari pada suhu 5 °C. Perkecambahan teliospora akan menghasilkan promiselium yang memiliki sel bersifat haploid. Basidiospora tumbuh dari bagian ujung promiselium dalam satu ikatan. Satu inti sel (haploid) akan masuk ke dalam masing-masing basidiospora. Selanjutnya basidiospora akan terbagi menjadi 2 tipe, yaitu basidiospora positif (+) dan negatif (-). Pasangan basidiospora yang menyatu (melebur) akan menghasilkan hifa atau miselium sekunder, yang keduanya bersifat dikariot dan binukleat. Cendawan *T. tritici* akan tetap bersifat dikariot hingga akhirnya membentuk teliospora (Ariswanto 2018).

Gejala penyakit yang disebabkan oleh cendawan ini yaitu tanaman yang terinfeksi akan menjadi kerdil, biji gandum berbentuk pipih dan lebih hijau dibandingkan dengan yang sehat, glumae mempunyai kecenderungan terbuka dan gosong. Tanaman yang terinfeksi sulit dibedakan dari tanaman sehat. Seluruh kernel biasanya menjadi gosong. Kadang-kadang kernel hanya sebagian yang terinfeksi. Biji yang gosong memiliki massa spora yang berbau amis (bau ikan busuk) dan banyak yang hancur saat gandum panen (CABI 2019). Penyakit ini terjadi di semua daerah penanaman gandum. Teliospora terdapat pada biji, kulit luar biji gandum yang terinfeksi dapat tetap utuh ("*bunt balls*"). Teliospora mengandung trimetilamin, bahan kimia berbau amis yang mudah menguap yang menjadi dasar istilah "bau busuk". Produksi trimetilamin bervariasi pada berbagai jenis cendawan ini. Pericarp (penutup luar yang rapuh) dari biji gandum yang terinfeksi tetap utuh sampai ladang yang terinfestasi dipanen. Pada saat pericarp pecah, spora berbentuk bubuk dilepaskan. Spora mencemari benih sehat. Awan spora *common bunt* mudah terbakar dan dapat terbakar selama perontokan. Tanaman yang terinfeksi oleh cendawan *Common Bunt* dapat terhambat pertumbuhannya, tetapi umumnya tampak sehat sampai kepala kernel muncul. Kepala kernel yang sakit lebih ramping dan tetap hijau lebih lama dari kepala kernel yang sehat yang tampak 'berminyak'. Bau kepala kernel yang terinfeksi menyebar terpisah. Secara umum, saat ini penyakit *bunt* dikendalikan dengan program sertifikasi benih dan perawatan benih. (Schwartz *et al.* 2016).

*Common bunt* gandum adalah penyakit terbawa benih yang paling parah pada tanaman gandum musim dingin di pertanian organik. Penyakit disebabkan oleh *Tilletia tritici* (Bjerk.) Wint. [syn. *Tilletia caries* D.C. Tul.]. Dalam beberapa tahun terakhir, kontaminasi gandum dengan teliospora *Tilletia tritici* telah menjadi masalah serius yang mengakibatkan kehilangan kualitas dan hasil biji yang cukup besar. *Common bunt* mudah dikendalikan oleh bahan kimia perawatan benih

sehingga tidak penting secara ekonomi. Di pertanian organik, tempat penggunaan bahan kimia sintetis tidak diizinkan sehingga penyakit yang ditularkan melalui benih cenderung menumpuk dan dapat menjadi masalah setelah beberapa siklus multiplikasi tanpa kontrol penyakit yang memadai. Peraturan hukum tentang penggunaan benih organik meningkat di pertanian organik. Menurut Peraturan Komisi (EC) No 1452/2003 dari 14 Agustus 2003 semua bahan tanaman yang digunakan untuk pertanian organik sejak Januari 2004 harus diproduksi di bawah kondisi pertanian organik. Dengan demikian terjadinya *T. tritici* sering tidak dapat dihindari, bahkan dengan tindakan pencegahan seperti pembersihan benih dan menaburnya pada suhu tanah yang lebih tinggi. Kontrol *bunt* dapat dilakukan dengan kombinasi sanitasi tidak langsung dan langsung (Waldow F dan Jahn M 2007).



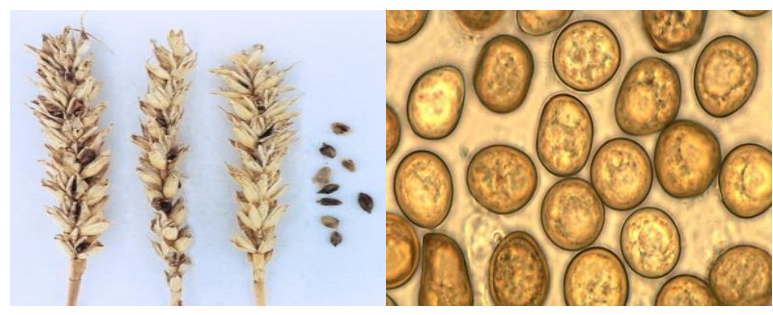
Gambar 2.3 Gandum terinfeksi dan gandum sehat (a), *Teliospora* cendawan *T. tritici* (b).

### 2.2.3 *Tilletia laevis*

*T. laevis* adalah cendawan yang menyebabkan penyakit *common bunt* pada biji gandum. Cendawan ini termasuk dalam filum Basidiomycota, subfilum Ustilaginomycotina, kelas Ustilaginomycetes, subkelas Exobasidiomycetidae, ordo Tilletiales, famili Tilletiaceae, dan genus *Tilletia* (CABI 2015). *Teliospora T. laevis* berbentuk bulat atau agak bulat seperti telur, cokelat muda keabu-abuan sampai kuning langsung, dinding halus, tipis dan berlapis ganda, dengan diameter 13-25  $\mu\text{m}$ , dan memiliki sel steril hialin (Marthur dan Kongsdal 2003). *Teliospora T. laevis* yang berkecambah di dalam benih atau di dalam tanah biasanya menghasilkan hifa infeksi yang menembusi bagian koleoptil pada benih yang sedang berkembang. Hifa infeksi ini tumbuh ke arah meristem apikal dengan segera sebelum tanaman mulai tumbuh memanjang. Suhu optimum bagi terjadinya infeksi adalah sekitar 5-10  $^{\circ}\text{C}$ . *Teliospora T. laevis* dapat bertahan hidup selama beberapa tahun di dalam tanah dan benih yang terkontaminasi. *Teliospora* memiliki inti sel yang bersifat diploid dan akan membelah secara meiosis sesaat sebelum perkecambahan. Perkecambahan terjadi sangat cepat pada suhu 18-20  $^{\circ}\text{C}$ , memerlukan sekitar 4-5 hari pada suhu 15  $^{\circ}\text{C}$ , dan memerlukan waktu 10-14 hari pada suhu 5  $^{\circ}\text{C}$ . Perkecambahan *teliospora* akan menghasilkan promiselium yang memiliki sel bersifat haploid. Basidiospora tumbuh dari bagian ujung promiselium dalam satu ikatan. Satu inti sel (haploid) akan masuk ke dalam masing-masing basidiospora. Selanjutnya basidiospora akan terbagi menjadi 2 tipe, yaitu basidiospora positif (+) dan negatif (-). Pasangan basidiospora yang menyatu (melebur) akan menghasilkan hifa atau miselium sekunder, yang keduanya bersifat dikariot dan binukleat. Cendawan *T. laevis* akan tetap bersifat dikariot hingga akhirnya membentuk *teliospora* (Ariswanto 2018).



Tanaman yang terinfeksi cendawan *T. laevis* akan menjadi kerdil. Biji gandum berbentuk pipih dan lebih hijau dibandingkan dengan yang sehat. Glumae mempunyai kecenderungan terbuka dan gosong. Namun tanaman yang terinfeksi sulit dibedakan dari tanaman sehat. Seluruh kernel biasanya menjadi gosong, dan terkadang kernel hanya sebagian yang terinfeksi. Biji yang gosong memiliki massa spora yang berbau amis (bau ikan busuk) dan banyak yang hancur saat gandum panen (CABI 2019). Penyakit *bunt* yang disebabkan oleh *T. laevis* dan *T. tritici* berada pada sebagian besar wilayah yang menanam gandum di dunia. Kedua cendawan ini dapat dikendalikan dengan perlakuan benih menggunakan bahan kimia sehingga penyakit *bunt* saat ini jarang terjadi. Survei lapangan di Turki menemukan bahwa kerugian sampai dengan 90% pada ladang yang ditanami dengan benih tanpa perlakuan. Sekitar 10% dari ladang gandum yang terserang cendawan ini mengalami kerugian sekitar 10-15% (Parlak 1981). Menurut Brennan dan Murray (1988), penyakit *bunt* memiliki efek lebih besar pada nilai gandum. Biji gandum yang telah terkontaminasi memiliki bau amis yang tidak disukai dan akan ditolak oleh kebanyakan pembeli (Muis dan Nonci 2016).



Gambar 2.4 Gejala gosong pada malai gandum yang terinfeksi *T. laevis* (a), teliospora *T. laevis* (b).

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



## III METODE

### 3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Agustus 2020 di Laboratorium Karantina Tumbuhan Balai Karantina Pertanian Kelas II Cilegon, Banten dan di perusahaan pengolahan gandum yang berlokasi di kota Cilegon.

### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu biji gandum, kulit ari gandum, termometer inframerah, plastik sampel, label, pinset, labu Erlenmeyer, gelas Beaker, neraca analitik, sentrifus, tabung sentrifus, *shaker*, vortex, mikroskop kompon, mikroskop stereo, pipet, kaca objek, kaca penutup, kertas *Whatmann* no. 42, air destilasi, kain kassa, tween 20 0,01%, medium agar-agar air, aquades, *shear solution*, *laminar airflow*, autoklaf, dan cawan petri.

### 3.3 Pengambilan Sampel dan Penyiapan Biji Gandum

Biji gandum yang digunakan sebagai bahan pengujian adalah gandum impor yang masuk ke Indonesia melalui Balai Karantina Pertanian kelas II Cilegon. Biji gandum diambil dari palka kapal laut kemudian dibawa ke Laboratorium Karantina Tumbuhan Balai Karantina Pertanian Kelas II Cilegon. Sebanyak 2 Kg biji gandum diterima di Laboratorium kemudian diambil 50 g untuk dilakukan deteksi. Biji gandum yang terinfeksi *Tilletia* ditandai dengan adanya massa spora berwarna coklat sampai hitam dan berbau busuk (Mansoori 2015).

### 3.4. Deteksi Cendawan *Tilletia* spp. pada Biji Gandum

Keberadaan cendawan *Tilletia* spp. pada biji gandum dideteksi dengan mikroskop dan dikumpulkan dengan metode cara *washing test*. Sebanyak 50 g biji gandum dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 250 mL dan ditambahkan 0,01% larutan tween 20 dan 100 mL air destilasi. Erlenmeyer dikocok selama 3 menit dengan kecepatan 200 rpm dan larutannya disaring dengan kassa 2 lembar, dibilas menggunakan 50 mL air destilasi dan 0,01% tween 20 sebanyak 2 kali sampai bersih. Hasil saringan disaring kembali dengan menggunakan kertas *Whatmann* lalu dibilas air destilasi menggunakan botol semprot. Air bilasan tersebut dipindahkan ke dalam tabung sentifus untuk disentrifugasi dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit. Lapisan atas dibuang menggunakan pipet dan endapan ditambahkan air destilasi secukupnya. Suspensi diteteskan ke gelas objek kemudian diamati dengan mikroskop (IPPC 2016).

### 3.5 Identifikasi Cendawan *Tilletia* spp.

Teliospora diidentifikasi secara morfologi berdasarkan karakteristik teliospora yang dibuat oleh Mathur dan Kongsdal (2003) serta Hyun *et al.* (2004) untuk memastikan spesies *Tilletia* yang digunakan. Teliospora *T. tritici* berwarna coklat kehitaman, berbentuk bulat atau agak bulat, retikulat menyerupai jaring-jaring dengan cekungan dangkal hingga dalam, berdiameter 14-25  $\mu\text{m}$ . Sel steril bulat atau agak besar, ber dinding tipis, hialin, halus atau dengan sedikit retikulat, diameter 12-16  $\mu\text{m}$  (Marthur dan Kongsdal 2003). Teliospora *T. laevis* berbentuk bulat atau agak bulat seperti telur, coklat muda keabu-abuan sampai kuning

langsap, dinding halus dan berlapis ganda, dengan diameter 13-25  $\mu\text{m}$ , sel steril hialin, berdinding tipis (Marthur dan Kongsdal 2003). Massa spora *T. indica* berwarna cokelat hingga hitam. Spora berbentuk bulat atau agak bulat, berwarna cokelat kemerahan hingga cokelat gelap, berdiameter 25-43  $\mu\text{m}$ , dinding tanpa selubung, sel steril berbentuk bulat hingga elips, berwarna hialin hingga cokelat kekuningan, halus, ketebalan dinding sel 3-8  $\mu\text{m}$  (Hyun *et al.* 2004).

### 3.6 Uji Viabilitas *Tilletia* spp.

*Teliospora* diuji viabilitasnya untuk memastikan bahwa *teliospora* yang ditemukan masih aktif. Uji viabilitas dilakukan dengan menuangkan 1 mL suspensi hasil *washing test* sebelumnya pada 2% medium agar-agar air (EPPO 2018) dan diinkubasi pada beberapa suhu yaitu 5 °C selama 10-14 hari (Goates 1996); suhu 9 °C selama 15 hari (Ansari *et al.* 2015); 18-20 °C (Goates 1996) selama 7 hari; suhu 4 °C selama 1 jam, kemudian diinkubasi kembali pada suhu ruang selama 7 hari (Handayani *et al.* 2018); serta suhu ruang selama 7 hari. Pengamatan *teliospora* yang berkecambah dilakukan setiap hari dengan cara mengambil *teliospora* yang berada dalam media agar-agar air kemudian diletakkan pada kaca objek yang telah ditetesi shear solution dan diamati menggunakan mikroskop. *Teliospora* yang berkecambah dicirikan dengan promiselium (tabung kecambah) berwarna jernih yang keluar dari *teliospora*.

### 3.7 Pengamatan Suhu dan Pengambilan Sampel di Instalasi Pengolahan Gandum

Pengamatan suhu dan pengambilan sampel dilakukan pada satu instalasi pengolahan gandum untuk mengkonfirmasi keberadaan *Tilletia* spp. pada biji gandum dan *bran*. Kegiatan ini dilakukan sebanyak 8 kali. Pengukuran suhu dilakukan dengan mengukur suhu pada mesin penggiling (*roll mill*) menggunakan termometer inframerah. Sampel gandum dan *bran* kemudian dibawa ke laboratorium untuk dideteksi, identifikasi, dan diamati keberadaan *Tilletia* spp.

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengambilan Sampel dan Penyiapan Biji Gandum

Sampel diambil dari alat angkut berupa kapal laut yang berasal dari negara Argentina. Pengambilan sampel gandum dilakukan di dalam palka kapal. Biji gandum yang akan digunakan dalam pengujian yaitu biji yang bergejala dengan melihat warna yang lebih kecokelatan dibandingkan biji gandum lainnya. Biji gandum yang digunakan setiap pengujian sebanyak 50 g. Gambar 4.1 memperlihatkan gandum yang berbeda warna. Gandum yang berwarna terang menunjukkan biji gandum tidak bergejala akibat infeksi *Tilletia* spp. dan biji gandum berwarna lebih cokelat gelap menunjukkan gejala infeksi *Tilletia* spp.



Gambar 4.1 Biji gandum tanpa gejala (a), biji gandum bergejala (b), perbandingan biji gandum tanpa gejala dan gandum bergejala (c).

Biji gandum tanpa gejala jika dilihat secara langsung dan dilihat dengan mikroskop ditunjukkan oleh gambar 4.2. Biji gandum bersih, seluruh permukaannya berwarna cokelat terang tanpa ada kotoran yang melekat dan tanpa bercak cokelat gelap.



Gambar 4.2 Performa biji gandum tanpa gejala tampak bawah, secara makroskopis (a), secara mikroskopis (b); tampak atas, secara makroskopis (c), secara mikroskopis (d).

Adapun biji gandum bergejala terlihat pada gambar 4.3 (secara makroskopis) dan 4.4 (secara mikroskopis). Gejala yang ditimbulkan dapat berupa bercak kecokelatan pada sebagian atau keseluruhan biji terutama pada bagian ujung dan sutur, malformasi, mengerdil, serta busuk. Teliospora dari cendawan *Tilletia* spp. agak sulit dilihat walaupun menggunakan mikroskop karena bias dengan kotoran organik dan bersembunyi di dalam sutur. Tanaman yang terinfeksi cendawan *T. laevis* akan menjadi kerdil. Biji gandum berbentuk pipih. Glumae mempunyai kecenderungan terbuka dan gosong. Seluruh kernel biasanya menjadi gosong, dan terkadang kernel hanya sebagian yang terinfeksi. Biji yang gosong memiliki massa spora yang berbau amis (bau ikan busuk) dan banyak yang hancur saat gandum panen (CABI 2019).





@Hak cipta milik IPB University

Gambar 4.3 Performa biji gandum bergejala secara makroskopis; Biji berwarna cokelat (a-h); Suture berwarna cokelat kehitaman (e dan f); Malformasi (g-h).



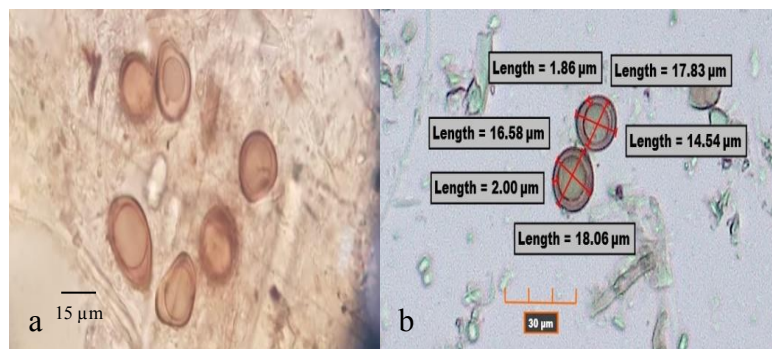
Gambar 4.4 Pengamatan secara mikroskopis; Biji berwarna cokelat sampai hitam (a-j); suture berwarna cokelat kehitaman (b-e); Biji mengerdil (f-g); Malformasi (f-j).

#### 4.2 Deteksi dan Identifikasi Cendawan *Tilletia* spp. pada Biji Gandum

Keberadaan cendawan *Tilletia* spp. dideteksi dengan melihat biji gandum yang bergejala yaitu biji gandum berwarna kecokelatan terutama pada bagian ujung dan sutur nya. Hasil identifikasi (Gambar 4.5) ditemukan teliospora berbentuk bulat hingga lonjong dengan dinding berlapis ganda dan halus, berwarna cokelat hingga cokelat keabuan. *T. laevis* berwarna cokelat muda keabuan hingga kuning langsung, berbentuk bulat atau lonjong, berdiameter 13-25  $\mu\text{m}$ , sel steril hyaline dan berukuran 14  $\mu\text{m}$  (Mathur dan Kongsdal 2009). Menurut Hyun *et al.* (2004), *T. laevis* memiliki massa spora berbentuk tepung, hitam kecokelatan, dan busuk. Spora tanpa selubung, berwarna kuning langsung atau kemerahan, dan berdiameter 13-25  $\mu\text{m}$ . *T. laevis* memiliki dinding sel yang halus dan licin dengan ketebalan 1,5-2  $\mu\text{m}$ . Sel steril berbentuk bulat atau lonjong, hialin, berdinding tipis, halus, diameter 10-20  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan karakteristik bentuk dan ukuran maka cendawan tersebut diidentifikasi sebagai *T. laevis*.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



Gambar 4.5 Teliospora *T. laevis*

Tabel 4.1 memperlihatkan data sebanyak 25 teliospora diukur secara morfometri ukuran diameter sel serta ketebalan dinding sel dari cendawan *T. laevis* yang ditemukan. Rata-rata diameter teliospora yaitu 18,27  $\mu\text{m}$ , ketebalan dinding 1,76  $\mu\text{m}$ , dan memiliki warna cokelat kemerahan sampai cokelat keabuan. Hal tersebut sesuai dengan ciri-ciri teliospora *T. laevis* yang sudah diidentifikasi oleh Mathur dan Kongsdal (2003) dan Hyun *et al.* (2004).

Tabel 4.1 Diameter dan ketebalan dinding teliospora *T. laevis* yang ditemukan

| Pengamatan              | Rata-rata ( $\mu\text{m}$ ) |
|-------------------------|-----------------------------|
| Diameter                | 18,27 $\pm$ 1,49            |
| Ketebalan dinding spora | 1,76 $\pm$ 0,15             |

Keterangan; n=25

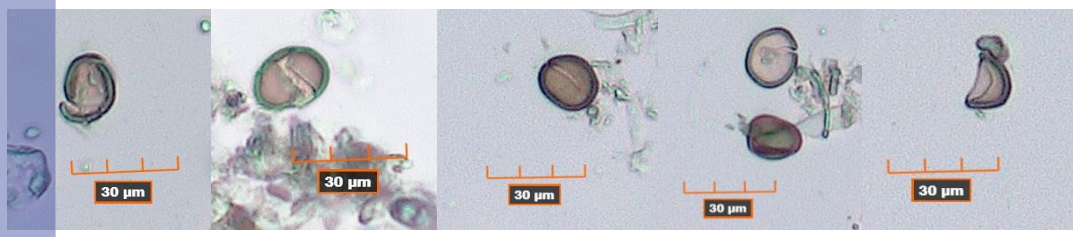
### 4.3 Pengujian Viabilitas Teliospora *Tilletia* spp.

Pengujian perkecambahan dilaksanakan pada media *Water Agar (WA)* dengan beberapa kisaran suhu (Tabel 4.2). Menurut Wilcoxson dan Saari (1996), pada kondisi laboratorium yang optimal teliospora berkecambah sangat cepat pada suhu 18 sampai 20  $^{\circ}\text{C}$ , akan tetapi sangat seragam pada suhu 14 sampai 16  $^{\circ}\text{C}$ . Perkecambahan teliospora terjadi pada suhu 15  $^{\circ}\text{C}$  setelah 4-5 hari dan pada suhu 5  $^{\circ}\text{C}$  setelah 10-14 hari walaupun spora primer yang diproduksi pada suhu 5  $^{\circ}\text{C}$  lebih sedikit dibandingkan pada suhu 15  $^{\circ}\text{C}$ . Ansari *et al.* (2015) menyatakan bahwa *T. laevis* berkecambah pada suhu 9  $^{\circ}\text{C}$  setelah 12 hari.

Tabel 4.2 Pengujian perkecambahan teliospora *T. laevis*

| Media | Suhu penyimpanan ( $^{\circ}\text{C}$ ) | Lama inkubasi (Hari) | Perkecambahan (%) | Keterangan  |
|-------|---|----------------------|-------------------|---|
| WA    | 4                                       | 10                   | 0                 | Sebelumnya diinkubasi dengan suhu 4 $^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam |
|       | 9-11                                    | 16                   | 0                 |   |
|       | 18-20                                   | 7                    | 0                 |   |
|       | 28-30                                   | 7                    | 0                 |   |
|       | 28-30                                   | 7                    | 0                 |   |

Hasil pengujian menunjukkan teliospora *T. laevis* tidak berkecambah pada semua kisaran suhu yang diujikan. Pengamatan dilakukan sampai dengan hari ke-16 pada suhu 9 °C - 11 °C menunjukkan teliospora *T. laevis* yang tidak berkecambah. Beberapa teliospora juga didapatkan dalam keadaan yang rusak. Teliospora *T. laevis* yang ditemukan pada biji gandum relatif berjumlah sedikit. Banyaknya *T. laevis* yang ditemukan diduga dipengaruhi oleh perlakuan fumigasi serta paparan panas selama perjalanan di dalam palka kapal laut. Fumigasi dengan Fosfin (PH<sub>3</sub>) dapat mengontrol pertumbuhan cendawan dalam biji-bijian yang disimpan pada kadar air marginal, meskipun tidak mengeliminasi spora cendawan yang tidak aktif. Fosfin bekerja dengan menambah panjang periode lag dan memperlambat laju pertumbuhan spora (Hocking AD dan Banks HJ 1993). Fosfin merupakan toksin redoks yang menyebabkan kerusakan sel dengan menginduksi stres oksidatif dan disfungsi mitokondria (Nath NS *et al.* 2011). Hal tersebut sesuai dengan cara kerja fosfin sebagai racun pernapasan yaitu mempengaruhi pengangkutan oksigen atau mengganggu pemanfaatan oksigen. Menurut Gulyaeva EI (2009), suhu yang mendukung untuk bertahannya teliospora *T. tritici* dan *T. laevis* yaitu 30 sampai 50 °C serta suhu yang mendukung hifa dapat melakukan infeksi pada biji antara 5 sampai 10 °C. Selain itu suhu 52 sampai 53 °C selama 10 menit dengan perendaman air panas dapat menekan laju infeksi kejadian penyakit gandum yang disebabkan oleh *T. tritici* (Waldow dan Jahn 2007).



Gambar 4.6 Teliospora cendawan *T. laevis* yang rusak

#### 4.4 Pengamatan Suhu dan Pengambilan Sampel di Instalasi Pengolahan Gandum

Proses pengolahan gandum di Instalasi yaitu gandum diterima masuk kedalam silo melalui area *unloading* gandum dan dibawa oleh *chain* menuju silo dengan melewati drum separator, separator, dan. Drum separator berfungsi sebagai alat yang dapat memisahkan antara material gandum dan material selain gandum seperti bongkahan tanah dan sampah degam sistem kerja berputar dan menghempaskan gandum pada dinding silinder yang berada didalam alat tersebut, proses ini membutuhkan waktu kurang lebih 10 menit. Separator berfungsi sebagai pemisah antara gandum dengan *offal* atau kotoran yang berukuran lebih kecil atau lebih besar dari ukuran gandum. Pada proses ini gandum mengalami gesekan dengan lempengan logam yang memiliki lubang lubang dengan cara diberi getaran. Proses ini membutuhkan waktu kurang lebih 5 menit . Gandum dari silo ditransfer menuju *raw wheat bin* dilanjutkan masuk ke *tempiring bin*. Pada proses ini gandum melewati beberapa mesin *screening* yaitu stoner, triur, dan scorer.

Stoner berfungsi sebagi alat pemisah antara butiran gandum dengan material lain seperti batu batu kecil yang terbawa oleh gandum. Pada proses ini terjadi gesekan antara gandum dan material logam dengan cara diberi getaran. Proses ini membutuhkan waktu kurang lebih 5 menit. Triur berfungsi sebagai alat pemisah

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang  
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :  
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah  
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.  
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

antara batang gandum dan butiran gandum yang pecah menggunakan gaya gesek dan putaran mesin. Proses ini membutuhkan waktu kurang lebih 5 menit. Scorer berfungsi sebagai alat pembersih biji gandum dari kotoran yang masih menempel pada permukaan gandum atau pada celah gandum menggunakan daya gesek, hempas dan putar sehingga biji gandum seperti dipoles dan digosok pada bagian luarnya. Tujuan dari proses ini agar biji gandum bersih dari kotoran yang menempel pada permukaan gandum. Setelah gandum bersih, proses dilanjutkan pada mesin *roll mill*, biji gandum dihancurkan dengan menggunakan dua buah besi silinder dengan jarak antara kedua silinder diatur sedemikian rupa sehingga gandum yg melewati silinder tersebut dapat hancur. Gandum mengalami gesekan langsung dengan silinder secara berulang dan karena gesekan dua buah silinder yang berjumlah 60 pasang secara terus menerus selama kurang lebih 40 menit.

Pengamatan suhu dilakukan di salah satu Instalasi pengolahan gandum dengan cara mengukur suhu pada proses produksi gandum menjadi tepung serta produk sampingan berupa bran (Gambar 4.7). Sebanyak 9 mesin pengolah gandum dan sebanyak 6 mesin pengolah bran diukur suhunya. Mesin penggiling biji gandum diukur suhunya menggunakan termometer inframerah.



Gambar 4.7 Pengambilan data suhu di Instalasi pengolahan gandum

Hasil pengukuran suhu pada mesin pengolah gandum dan bran ditunjukkan pada tabel 3.3. Suhu mesin pengolah gandum tertinggi tercatat 94,00 °C, suhu terendah 48,50 °C dengan rata-rata 67,97 °C. Mesin pengolah gandum dengan suhu tinggi merupakan mesin yang menggiling saat gandum masih berbentuk biji. Semua biji gandum dari silo yang masuk ke mesin penggiling melalui banyak mesin dengan kecepatan yang berbeda. Mesin dengan kecepatan tinggi akan menghasilkan suhu yang tinggi, dan sebaliknya mesin yang berkecepatan rendah menghasilkan suhu yang rendah. Pengukuran suhu pada mesin penggiling bran tercatat suhu tertinggi 66,10 °C, suhu terendah 48,60 °C, dengan rata-rata 55,45 °C. Suhu pada mesin pengolahan bran lebih rendah daripada suhu pada mesin penggilingan gandum karena mesin tersebut hanya dilewati oleh gandum yang sudah hancur sehingga kecepatan mesin penggiling relatif lebih perlahan. Dengan demikian suhu yang dihasilkannya pun relatif lebih rendah daripada suhu panas yang dihasilkan pada mesin penggiling gandum. Bran yang dihasilkan dari mesin penggiling juga sudah melalui mesin-mesin sebelumnya baik melalui mesin gandum maupun mesin bran lainnya. Gandum memiliki tekstur yang keras sehingga mesin penggiling bekerja dengan kecepatan tinggi dan menghasilkan panas yang tinggi. Mesin penggiling bran bekerja dengan kecepatan yang rendah sehingga panas yang dihasilkan oleh mesin juga rendah.



Tabel 4.3 Pengukuran suhu pada mesin gandum dan bran

| Mesin penggiling | Suhu (°C) |          |              |
|------------------|-----------|----------|--------------|
|                  | Tertinggi | Terendah | Rata-rata    |
| Gandum           | 94,00     | 48,50    | 67,97 ± 8,38 |
| Bran             | 66,10     | 48,60    | 55,45 ± 4,87 |

Keterangan; n=8 (Pengukuran 8 kali)

Sampel produk sampingan berupa bran diambil dari Instalasi pengolahan gandum (Gambar 4.8). Besar kemungkinan *T. laevis* ditemukan pada kulit biji gandum dibandingkan pada endosperma (yang diolah menjadi tepung).



Gambar 4.8 Pengambilan sampel bran pada mesin penggilingan gandum

Pemeriksaan sampel bran penting dilakukan karena bran dapat menjadi media pembawa untuk penyebaran OPTK. Hasil produk sampingan berupa bran digunakan sebagai bahan baku pembuatan pakan ternak. Sampel gandum dan bran (Gambar 4.9) yang diambil dari Instalasi pengolahan gandum dibawa ke laboratorium untuk di deteksi keberadaan cendawan *Tilletia* pada biji gandum tersebut. Sampel gandum diambil sebelum gandum diproduksi sedangkan sampel bran diambil dari mesin penggiling saat mesin tersebut beroperasi. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap cendawan saat sebelum dan sesudah proses pengolahan.



Gambar 4.9 Sampel gandum (a), bran (b) dari Instalasi pengolahan gandum

Gandum dan bran dari Instalasi pengolahan gandum kemudian diperiksa kembali di laboratorium untuk dideteksi keberadaan *T. laevis*. Hasil deteksi dengan metode washing test (Tabel 4.4) menunjukkan cendawan *T. laevis* terdeteksi pada seluruh sampel gandum namun tidak ditemukan pada sampel bran. Hal tersebut dapat disebabkan oleh proses produksi yang dilakukan di Instalasi pengolahan gandum tersebut dinilai efektif untuk mengeliminasi cendawan *T. laevis* pada biji



gandum. Menurut Matanguihan *et al.* (2011), suhu 45 °C dengan perendaman air panas dilanjutkan suhu 55 °C selama 2 atau 4 menit dengan perlakuan udara panas dapat mengendalikan penyakit gandum yang disebabkan oleh *T. tritici* dan *T. laevis*.

Tabel 4.4 Keberadaan *T. laevis* yang terdeteksi pada media pembawa gandum dan bran di Instalasi pengolahan gandum

| Media Pembawa | Pengamatan Ke- |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|
|               | 1              | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Gandum        | +              | + | + | + | + | + | + | + |
| Bran          | -              | - | - | - | - | - | - | - |

Keterangan :

(+) : Ditemukan *T. laevis*

(-) : Tidak ditemukan *T. laevis*





## V SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Penyakit bunt yang disebabkan oleh *T. laevis* ditemukan pada biji gandum impor. Gejala penyakit *bunt* pada biji gandum bervariasi mulai dari biji berwarna kecokelatan sebagian hingga keseluruhan sampai dengan malformasi. Teliospora *T. laevis* asal biji gandum impor tidak ada yang viabel.

### 5.2 Saran

Perlu dilakukan pengujian viabilitas *T. laevis* dengan waktu inkubasi yang lebih lama agar dapat dipastikan viabilitas dari cendawan tersebut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, Subiksa, Argosubekti, Hakim, Pabbage. 2006. *Prospek dan arah pengembangan agribisnis gandum*. Jakarta: Badan Litbang Petanian.
- Ansari S, Moosavi MR, Carris LM, Nasrollahi M, Mirzaee MR. 2015. Dimethyl sulfoxide inhibits *Tilletia laevis* teliospore germination. *Australasian Mycologist*. 32: 2-5
- Aptindo. 2019. Aptindo: Ekspor industri terigu dan turunannya capai Rp 8.7 T. [diunduh 2019 Des 04]. Tersedia pada: <https://bisnis.tempo.co/read/1277442/aptindo-ekspor-industri-terigu-dan-turunannya-capai-rp-87-t/full&view=ok>.
- Ariswanto J. 2018. Karantina tumbuhan (syarat ekspor-impor, tindakan karantina dan jenis optk pada biji gandum impor). [diunduh 2019 Nop 11]. Tersedia pada: <https://topjurnalpertanian.blogspot.com/2018/10/karantina-tumbuhan-syarat-ekspor-impor.html>.
- Azrai M, Danayani MM, Talanca AH. 2016. Asal Usul dan Taksonomi Tanaman Gandum. *Gandum: Peluang Pengembangan di Indonesia*. Jakarta: Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Baga LM, Puspita AAD. 2013. Analisis daya saing dan strategi pengembangan agribisnis gandum lokal di Indonesia. *Jurnal Agribisnis Indonesia*. 1(1): 9-26.
- [Barantan] Badan Karantina Pertanian. 2016. Analisis risiko *Tilletia* sp yang terbawa melalui pemasukan biji gandum. Jakarta: Badan Karantina Pertanian.
- Bogasari. 2011. *Seputar Tepung Terigu*. Jakarta (ID): PT. ISM Bogasari Flour Mills.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. 2019. Impor biji gandum dan meslin menurut Negara asal utama, 2010-2018. [diunduh 2019 Nop 11]. Tersedia pada: <https://www.bps.go.id/statictable/2019/02/14/2016/impor-biji-gandumdan-meslinmenurutnegara-asal-utama-2010-2017.html>.
- Brennan JP, Murray GM. 1998. Economic importance of wheat diseases in Australia. Wagga Wagga: NSW Agriculture.
- Bryson R, Tonguc L. 2004. Bunt or stinking smut. Di dalam: Jellis G, Kelly C, editor. *The Encyclopedia of Cereal Diseases*. UK: BASF and HGCA. hlm 15-16.
- CABI. 2019. *Tilletia*. [diunduh 2019 Nop 11]. Tersedia pada: <https://www.cabi.org/cpc/search/?q=tilletia&types=43>.
- Davis RM, Jackson LF. 2009. Small Grains, Karnal Bunt of Wheat [internet]. California (US): Agriculture and Natural Resources, University of California; [diunduh 2019 Des 04]. Tersedia pada: <http://ipm.ucanr.edu/PMG/r730102011.html>.
- [EPPO] European Plant Protection Organization. 2018. *Tilletia indica*. Bulletin EPPO. 48(1):7-31. doi: 10.1111/epp.12452.
- Goates BJ. 1996. Common bunt and dwarf bunt. Di dalam: Wilcoxson RD, Saari EE, editor. *Bunt and Smut Diseases of Wheat: Concepts and Methods of Disease Management*. Mexico: CIMMYT. hlm 12-25.
- Gulyaeva EI. 2009. *Tilletia caries* (DC.) Tul, *Tilletia laevis* Kuehn-common bunt (stinking smut, bunt smut, covered smut). Russia: Interactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Country.

- Handayani ND, Setyawan TT, Wahyuno D, Salbiah, Sinaga MS. 2018. Perlakuan udara panas untuk pengendalian perkecambahan spora *Tilletia indica* pada gandum. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 14(1):7-14.
- Handoko. 2007. Gandum 2000: Penelitian pengembangan gandum di Indonesia. Bogor: Seameo Biotrop.
- Hocking AD, Banks HJ. 1993. The use of phosphine for inhibition of fungal growth in stored grains. Canberra (AU) : division of entomology, stored grains research laboratory. [diakses 2020 Nov 16]. <http://ftic.co.il/1992winnipeg/PDF/3.4.pdf>.
- Hyun I, Heo NY, Lee YH. 2004. *Illustrated Manual on Identification of Seed-Borne Fungi*. Anyang: National Plant Quarantina Service.
- [IPPC] International Plant Protection Convention. 2016. ISPM 27 Diagnostic protocols for regulated pests. DP 4: *Tilletia indica* Mitra. [diakses 2019 Des 04]. <http://www.fao.org/3/a-mj082e.pdf>.
- [Kementan] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2018. Peraturan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 31/Permentan/ KR.010/7/ 2018 tentang Jenis Organisme Pengganggu Tumuhan Karantina. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- [Kementan] Kementerian Pertanian Republik Indonesia. 2019. Kementan kembangkan budidaya gandum lokal eksotis di Indonesia Timur. Jakarta: Kementerian Pertanian.
- Kochanova M, Zouhar M, Prokinova E, Rysazalc P. 2004. Detection of *Tilletia controversa* and *Tilletia caries* in wheat by PCR method. Prague: University of Agriculture.
- Malvick K. 1987. Stinking smut or common bunt of wheat. Urbana Champaign: Department of Crop Sciences University of Illinois.
- Mansoori B. 2015. Biology dan epidemiology of *Tilletia indica* inducing Karnal bunt (partial bunt) of wheat (*Triticum aestivum*). *Indian Phytopathology*. 68(1):39–41. doi: <https://doi.org/10.1094/Phyto-76-487>.
- Mardinus. 2003. *Patologi Benih dan Jamur Gudang*. Padang: Andalas University Press.
- Marthur SB, Kongsdal O. 2003. *Common Laboratory Seed Helath Testing Methods for Detecting Fungi*. Denmark (DK): International Seed Testing Association.
- Matanguihan JB, Murphy KM, Jones SS. 2011. Control of common bunt in organic wheat. *Plant Disease*. 96(2):92-103.
- Muis A, Nonci N. 2016. Pengelolaan penyakit tanaman gandum. Gandum: peluang pengembangan di Indonesia. Jakarta: Badan Litbang Pertanian.
- Nath NS, Bhattacharya I, Tuck AG, Schlipalius DI, Ebert PR. 2011. Mekanisme toksisitas fosfin. *Jurnal Toksikologi*. 2011:1-9. doi:10.1155/2011/494168.
- Nevo E, Korol AB, Beiles A, Fahima T. 2002. Evolution of wild emmer dan wheat improvement: population genetics, genetic resources, and genome organization of wheat's progenitor, *Triticum dicoccoides*. Berlin: Springer.
- Nurazika AD. 2018. Evaluasi Beberapa Genotipe Gandum (*Triticum aestivum* L.) pada Berbagai Ketersediaan air di Dataran Rendah [Skripsi]. Makasar: Fakultas Pertanian, Universitas Hasanudin.
- Parlak Y. 1981. Seed Borne pathogens on wheat (particularly smuts) in Turkey. *EPP0 Bulletin*. 11(2):83-86.



- Pauly AB, Pareyt E, Fierens, Delcour JA. 2013. Wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. turgidum* L. ssp. durum) kernel hardness. *Journals of the Institute of Food Technologists*. 12(4):413-438.
- Prescott JM, Burnett PA, Saari EE, Ranson J, Bowman J, de Milliano W, Singh RP, Bekele G. 2012. *Wheat Diseases and Pests: a guide for field identification*. Mexico: CIMMYT.
- Sembiring, Husnul, Diana. 2016. *Kebijakan pengembangan gandum di Indonesia. Gandum: Peluang pengembangan di Indonesia*. Jakarta: Balai Penelitian Tanaman Pangan.
- Sun HY, Liu CM, Zhang XY, Shen YJ, Zhang YQ. 2006. Effects of irrigation on water balance, yield and WUE of winter wheat in North China Plain. *Agricultural Water Management*. 85:211-218.
- [USDA] United State Department of Agricultural. 2019. *Indonesia grain and feed annual report 2019*. GAIN Report: Global Agricultural Information Network. [diunduh 2019 Nop 11]. Tersedia pada: [https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Grain%20dan%20Feed%20Annual\\_Jakarta\\_Indonesia\\_3-26-2019.pdf](https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/report/downloadreportbyfilename?filename=Grain%20dan%20Feed%20Annual_Jakarta_Indonesia_3-26-2019.pdf).
- Vanova M, Matusinsky P, Benada J. 2006. Survey of incidence of bunt (*Tilletia caries* and *Tilletia controversa*) in the Czech Republic and susceptibility of winter wheat cultivars. *Plant Protection Science*. 42(1):21-25.
- Waldow F, Jahn M. 2007. Investigation in the regulation of common bunt (*Tilletia* spp.) of winter wheat with regard to threshold values, cultivar susceptibility and non-chemical protection measures. *Journal of Plant Diseases and Protection*. 114:269-275.





## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 27 Juli 1987 di Rangkasbitung, Kabupaten Lebak, Provinsi Banten sebagai anak ketiga dari pasangan Bapak Sarifudin dan Ibu Rumijat. Penulis menikah dengan Livson dan dikaruniai dua anak yaitu Ikhlas Hammam Rantisi dan Hanifah Nida Fauziyah. Tahun 2005 penulis menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 1 Rangkasbitung kemudian melanjutkan ke Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur Undangan Seleksi Masuk IPB (USMI). Penulis memilih Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian dan menyelesaikan pendidikan pada tahun 2009. Tahun 2018 penulis mendapatkan beasiswa dari BPPSDMP Kementerian Pertanian untuk melanjutkan studi Magister Sains pada program studi Pengendalian Hama Terpadu di Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Tahun 2010 penulis bekerja sebagai tenaga pendidik di SMP Islam Terpadu Al-Qudwah Rangkasbitung. Pada tahun 2011 penulis lulus CPNS di Kementerian Pertanian dan ditempatkan di Balai Karantina Pertanian Kelas II Cilegon hingga saat ini. Selama mengikuti program S2, penulis aktif di Himpunan Mahasiswa Muslim Pascasarjana (HIMMPAS) IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.