



PENGARUH PERLAKUAN PEMANASAN TERHADAP INFEKSI JAMUR *TILLETIA INDICA* PADA GANDUM DAN KANDUNGAN METABOLIT SEKUNDERNYA

Sefinda Alita Rachmi
sefindaalita@gmail.com
Universitas Brawijaya

Abstract: *This research aims to determine the effective heat temperature in killing *Tilletia indica* which infects imported wheat seeds and to determine secondary metabolite compounds in wheat seeds with heat treatment. The research was carried out at the Semarang Class 1 Agricultural Quarantine Center and the Toxicology Laboratory, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. This research used 4 treatments, namely temperature treatments of 70°C, 85°C, and 95°C and 1 control treatment using a room temperature of 28°C at the Semarang Class 1 Agricultural Quarantine Laboratory. The fungal pathogen *Tilletia indica* in this study was obtained from symptomatic wheat seeds which were isolated in PDA media with 5 repetitions for each treatment, then made preparations by taking the fungal colonies using a loop needle on a glass object that had been dripped with lachtophenol blue or could be dripped with sterile distilled water. From the results of microscopic observations, it can be seen that the fungus that grows on wheat seeds isolated in PDA is teliospores from the fungus *Tilletia indica*. All of the *Tilletia indica* fungus colonies obtained from the observations were cream to white in color with an irregular shape. Then a phytochemical test was carried out using extraction using the maceration method. Results: Heating wheat using an oven at the highest temperature of 95°C was effective in suppressing infection by the pathogenic fungus *Tilletia indica* and heating wheat at temperatures of 70°C, 85°C and 95°C did not eliminate secondary metabolite compounds in wheat.*

Keywords: *Tilletia Indica, Wheat, Heat Treatment, Secondary Metabolite Compounds.*

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suhu panas yang efektif dalam mematikan *Tilletia indica* yang menginfeksi biji gandum impor serta untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder pada biji gandum dengan perlakuan suhu panas. Penelitian dilaksanakan di Balai Karantina Pertanian Kelas 1 Semarang dan Laboratorium Toksikologi Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Penelitian ini menggunakan 4 perlakuan, yaitu perlakuan suhu 70°C, 85°C, dan 95°C serta 1 perlakuan kontrol menggunakan suhu ruang 28°C di Laboratorium Balai Karantina Pertanian Kelas 1 Semarang. Patogen jamur *Tilletia indica* pada penelitian ini didapatkan dari biji gandum bergejala yang diisolasi di media PDA dengan ulangan sebanyak 5 kali setiap perlakuan kemudian membuat preparasi dengan mengambil koloni jamurnya menggunakan jarum ose di kaca objek yang telah ditetesi lachtophenol blue atau dapat ditetesi dengan aquadest steril. Hasil pengamatan secara mikroskopis dapat diketahui bahwa jamur yang tumbuh pada biji gandum yang diisolasi di PDA merupakan teliospora dari jamur *Tilletia indica*. Serata koloni jamur *Tilletia indica* yang didapatkan pada hasil pengamatan berwarna krem hingga

putih dengan bentuk yang tidak teratur. Kemudian dilakukan uji fitokimia menggunakan ekstraksi dengan metode maserasi. Hasil dari Pemanasan gandum menggunakan oven dengan suhu tertinggi 95°C efektif dalam menekan infeksi jamur patogen *Tilletia indica* serta pemansan gandum dengan suhu 70°C, 85°C, dan 95°C tidak menghilangkan senyawa metabolit sekunder pada gandum.

Kata Kunci: *Tilletia Indica*, Gandum, Perlakuan Suhu Panas, Senyawa Metabolit Sekunder.

PENDAHULUAN

Gandum merupakan salah satu komoditas pangan alternatif yang banyak mengandung protein dan karbohidrat. Indonesia termasuk dalam negara pengimpor gandum terbesar kedua di dunia setelah Mesir. Hal tersebut dikarenakan kebutuhan akan gandum di Indonesia yang cukup besar dan tidak tersedianya kebutuhan gandum di Indonesia karena tidak memenuhi syarat budidayanya. Gandum sendiri memiliki kandungan karbohidrat yang tidak jauh berbeda dengan komoditas sereal lain seperti sorgum, jagung dan beras. Selain itu, kandungan proteinnya juga lebih tinggi dari sorgum, jagung dan beras. Bahan olahan pangan dari gandum yaitu tepung terigu sudah menjadi sumber bahan pangan alternatif bagi penduduk Indonesia dari kota sampai ke pelosok desa (Zuroaida *et al.*, 2012).

Berdasarkan data USDA (Kementan AS), sejak periode 2016/2017 konsumsi gandum Indonesia melambung hingga 10 juta ton. Konsumsi gandum Indonesia pada periode 2021/2022 ditaksir mencapai 10,4 juta ton, naik dari 10,1 juta ton pada periode 2020/2021. Padahal, jumlah impor gandum Indonesia pada periode 2012-2015 hanya sebesar 6,25-7,43 juta ton setiap tahun. Konsumsi gandum penduduk Indonesia saat ini mencapai 37 kg per kapita per tahun, setara 38 persen konsumsi beras. Konsumsi gandum meningkat 146 persen dibanding konsumsi tahun 2014 sebesar 15 kg per kapita per tahun. Dengan pertumbuhan konsumsi mencapai 18% per tahun, pada peringatan Indonesia Emas tahun 2045 diperkirakan konsumsi gandum bisa menyamai konsumsi beras. Ukraina merupakan negara pengekspor gandum terbesar ketiga ke Indonesia dalam periode yang sama, dengan berat kumulatif masing-masing 14,16 juta ton. Konflik Ukraina dan Rusia sempat membuat Ukraina menutup keran ekspor gandumnya. Akibat kejadian ini, Indonesia mengalihkan impor gandum dari Australia dan Argentina. Pada Januari-Juli 2022 Indonesia mengimpor gandum sebanyak 2,06 juta ton dari Australia dan 1,47 juta ton dari Argentina. Kedua negara ini mencakup 64,1% dari total impor gandum Indonesia pada periode tersebut. Indonesia juga mengimpor gandum dari Kanada sebesar 694 ribu ton, Brasil 594 ribu ton, dan India 545 ribu ton, sedangkan dari Ukraina hanya 5.509 ton. Volume impor gandum yang tinggi menimbulkan risiko kemungkinan terbawanya organisme pengganggu tumbuhan karantina (OPTK) dalam biji gandum. Patogen pada gandum yang penting secara ekonomi dapat merugikan adalah *Tilletia indica*, *Fusarium spp.*, *Ustilago nuda var. tritici*, *Clavibacter tritici*, *Anguina tritici*, *Septoria tritici*, *S. nodorum*, *S. avenae f. sp. triticea*, *Helminthosporium sativum*, *H. tritici-repentis*, *Alternaria triticea*, *F. nivale*, *Stagonospora nodorum*, *Claviceps purpurea*, *Xanthomonas campestris pv. Translucens* (Majumder *et al.* 2013).

Karnal bunt gandum merupakan penyakit yang disebabkan oleh patogen jamur *Tilletia indica* dan telah menjadi isu utama setelah Sanitary and Phytosanitary (SPS) Agreement yang ditetapkan oleh WTO. Berdasarkan perjanjian tersebut, setiap

negara anggota harus melakukan analisis risiko hama (PRA) untuk semua komoditas pertanian untuk ekspor dan impor. Negara-negara pengimpor mengharuskan tingkat toleransi nol terhadap gandum *Karnal* karena takut menularkan penyakit ini ke daerah di mana penyakit tersebut tidak diketahui terjadi. Peraturan karantina yang ketat telah diberlakukan pada impor biji-bijian bunted. Pada tahun 1996, pemerintah Polandia menahan beberapa pengiriman ekspor gandum karena infeksi *Karnal bunt* (Kumar *et al.*, 2015).

Tilletia indica pertama kali ditemukan di Karnal India (Mitra 1931) dan sekarang telah tersebar di berbagai negara seperti Pakistan, Iran, Irak, Meksiko dan Amerika Serikat (Warham 1986). Kombinasi suhu dan kelembapan di lapang sangat mempengaruhi terjadinya epidemi *T. indica*, karena akan berpengaruh terhadap perkecambahan teliospora sebelum terjadi infeksi (Stein *et al.* 2005). Suhu yang tinggi akan mematikan teliospora *Tilletia* (Khan *et al.* 2010). Percobaan uji perlakuan udara panas secara *in vitro* pada suhu 75, 80 dan 85 °C dengan waktu paparan 4 dan 6 jam belum mampu mengeliminasi *T. indica* hingga 100% pada gandum. Pemaparan pada suhu 85 °C selama 4 maupun 6 jam masih menghasilkan teliospora yang berkecambah antara 56.7–61.7%. (Handayani *et al.* 2018).

Peningkatan suhu yang diberikan pada biji dapat memberikan pengaruh besar pada tingkat metabolit sekunder pada tanaman, termasuk biji-bijian gandum. Untuk beradaptasi terhadap tekanan suhu, tanaman menggunakan mekanisme perlindungan yang berbeda mulai dari struktural hingga biokimia. Salah satu mekanisme pertahanan biokimia yang penting yaitu melalui peningkatan produksi senyawa sekunder. Asam fenolik dan flavonoid adalah dua kelompok senyawa sekunder tanaman yang penting, yang diduga dapat melindungi tanaman terhadap tekanan abiotik seperti kekeringan atau peningkatan suhu melalui sifat antioksidannya untuk menghilangkan spesies oksigen reaktif (ROS) sebelum mengoksidasi dinding dan membran sel (Shamloo *et al.*, 2017). Sehingga penting untuk memahami bagaimana tingkat metabolit sekunder yang berubah seiring dengan meningkatnya suhu karena informasi tersebut berpengaruh terhadap nilai gizi biji-bijian gandum. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui suhu panas yang efektif untuk menghentikan infeksi jamur *Tilletia indica* pada biji gandum dan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder yang ada akibat perlakuan beberapa suhu panas.

METODE

Kegiatan penelitian dilaksanakan pada bulan September – Desember 2023 di Balai Karantina Pertanian Kelas 1 Semarang, Laboratorium Toksikologi Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah gunting, alat tulis, alat dokumentasi, *beaker glass*, oven merk Memert+, mikroskop compound dan stereo merek Nikon Eclipse Ci, komputer, *preparate*, *cover glass*, *vortex*, *erlenmeyer*, *centrifuge*, pipet Pasteur, botol semprot cawan petri, gelas ukur, tabung reaksi, kompor, panci, botol media, labu erlenmeyer, jarum, bunsen, *laminar air flow cabinet*, *autoclave*, *shaker*, blender, baki, ayakan mesh 40, waterbath, rak tabung reaksi, tabung falcon, timbangan analitik, sendok pengaduk, spidol, kertas label, dan kamera handphone.

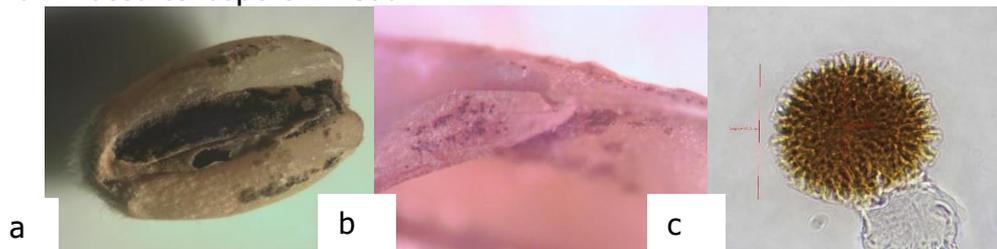
Bahan-bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah biji gandum

impor simpanan di Balai Karantina Pertanian Kelas 1 Semarang yang sehat dan bergejala penyakit *karnal bunt*, kertas label, plastik klip besar, air, aquades, *object glass*, tisu, cover glass, 0.01% larutan tween 20, air destilasi, kassa, kertas Whatmann, isolat jamur patogen *Tilletia indica*, kertas saring, etanol 70%, pereaksi Mayer, Wagner dan Dragendorff, pereaksi Liebermann-Burchard (campuran asam asetat anhidrid dan asam sulfat pekat), larutan H₂SO₄ pekat, eter, kloroform, chloramphenicol, ammonia, NAOH 1%, larutan timbal asetat 1%, alkohol 70%, aquades, media PDA (Potato Dextrose Agar), serbuk Mg, FeCl₃ 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

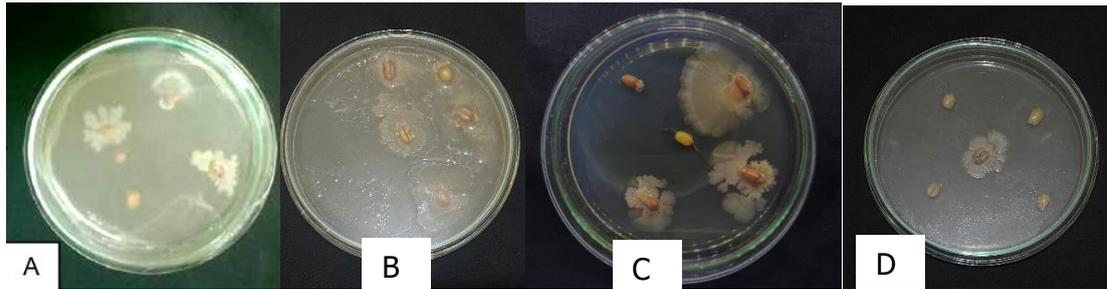
1. Analisis Deskripsi *Tilletia indica* Pada Biji Gandum

Identifikasi Karakteristik patogen jamur *Tilletia indica* dilakukan dengan mengamati secara makroskopis dan mikroskopis. Berdasarkan pengamatan secara makroskopis didapatkan hasil bahwa pada biji gandum yang terserang *Tilletia* memiliki gejala berupa Biji gandum yang terinfeksi *Tilletia* ditandai dengan adanya massa spora berwarna cokelat sampai hitam dan berbau busuk (Mansoori 2015). (Gambar 4a). Hal tersebut didukung oleh pernyataan Handayani *et al.* (2018) bahwa biji gandum yang terinfeksi *Tilletia indica* terdapat gejala bercak warna hitam di daerah suture (garis pemisah kotiledon) dan struktur mirip pasir warna hitam yang merupakan massa teliospora *Tilletia*.



Gambar 1. Gambar (a) biji gandum yang terserang penyakit Karnal bunt, gambar (b) kumpulan Teliospora *Tilletia*, gambar (c) Teliospora *Tilletia indica* dengan perbesaran 1000x

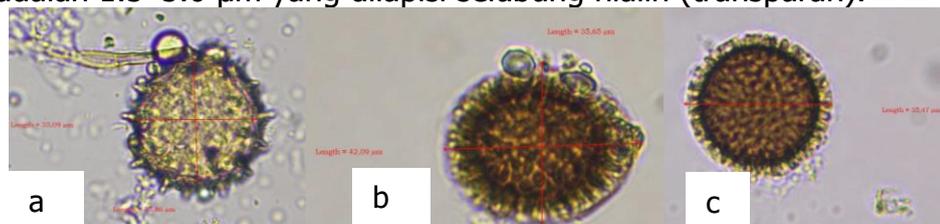
Pada biji gandum impor yang diamati, terdapat gejala bercak warna hitam di daerah suture (garis pemisah kotiledon) dan struktur mirip pasir warna hitam yang merupakan massa teliospora *Tilletia* (Gambar 1a dan 1b). Teliospora berdiameter 28.8–34.0 μm dan berwarna cokelat muda, cokelat tua hingga hitam. Tinggi ornamen teliospora ialah 1.5–5.0 μm yang dilapisi selubung hialin (transparan). Ornamen pada bagian luar permukaan spora terlihat seperti otak (cerebriform) (Gambar 1c) dan tersusun teratur seperti duri yang terpotong. Berdasarkan karakteristik ukuran, bentuk ornamen dan model perkecambahan maka cendawan tersebut diidentifikasi sebagai *Tilletia indica* sesuai dengan kunci identifikasi Inman *et al.* (2003).



Gambar 2. Gambar (A) bentuk makroskopis jamur *Tilletia indica* (Kapli et al.2022), gambar (B) bentuk makroskopis jamur *Tilletia indica* pada suhu 70°C, gambar (C) bentuk makroskopis jamur *Tilletia indica* pada suhu 85°C, gambar (D) bentuk makroskopis jamur *Tilletia indica* pada suhu 95°C

Patogen *Tilletia indica* pada penelitian ini didapatkan dari biji gandum bergejala yang diisolasi di media PDA kemudian membuat preparasi dengan mengambil koloni jamurnya menggunakan jarum ose di kaca objek yang telah ditetesi lachtophenol blue atau dapat ditetesi dengan aquadest steril. Hasil pengamatan secara mroskopis dapat diketahui bahwa jamur yang tumbuh pada biji gandum yang diisolasi di PDA merupakan teliospora dari jamur *Tilletia indica*. Pengamatan tersebut dapat sesuai dengan penelitian Kapli *et al.* (2022) yang mengamati koloni dari isolasi biji gandum ditemukannya teliospora dari jamur *Tilletia indica*.

Koloni jamur *Tilletia indica* yang didapatkan pada hasil pengamatan berwarna krem hingga putih dengan bentuk yang tidak teratur. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Kapli *et al.* (2022) bahwa koloni jamur *Tilletia indica* berwarna krem hingga putih dengan bentuk yang tidak teratur dan dalam 7 hingga 10 hari setelah inkubasi seiring dengan berjalannya waktu dapat berubah bentuk seperti krustosa dengan ukuran berkisar antara 35,23 μm hingga 53,09 μm Carris *et al.* (2006). Teliospora dari semua koloni jamur *Tilletia indica* berwarna coklat muda, coklat tua hingga hitam dan berbentuk globosa sampai subglobose dengan diameter rata-rata dari 28.8–34.0 μm dengan tinggi ornament rata-rata teliospora adalah 1.5–5.0 μm yang dilapisi selubung hialin (transparan).

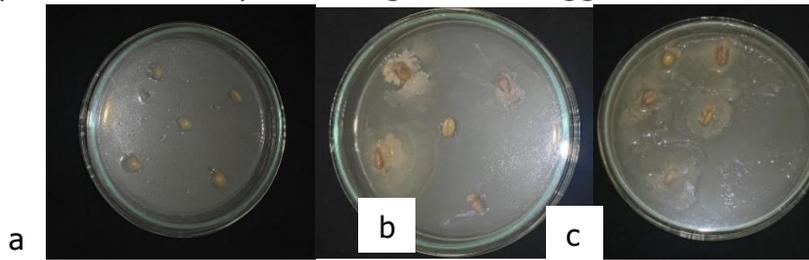


Gambar 3. Karakteristik makroskopis pathogen jamur *Tilletia indica* pada biji gandum yang telah dilakukan perlakuan panas dengan suhu tinggi (a) suhu 70°C, (b) suhu 85°C dan (c) suhu 95°C

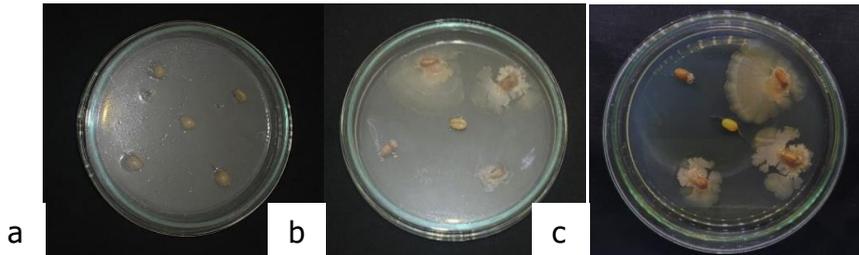
Pengaruh Perlakuan Udara Panas Terhadap Pertumbuhan Jamur *Tilletia indica*

Perbedaan perlakuan suhu tinggi pada biji gandum dapat mempengaruhi besarnya efektivitas perlakuan suhu panas dalam mengendalikan pertumbuhan jamur *Tilletia indica* pada biji gandum impor. Biji gandum yang diisolasi pada media PDA pada setiap perlakuannya diinkubasi selama 7-10 hari dan diamati setiap harinya. Berikut adalah tahapan munculnya jamur pada biji gandum terinokulasi

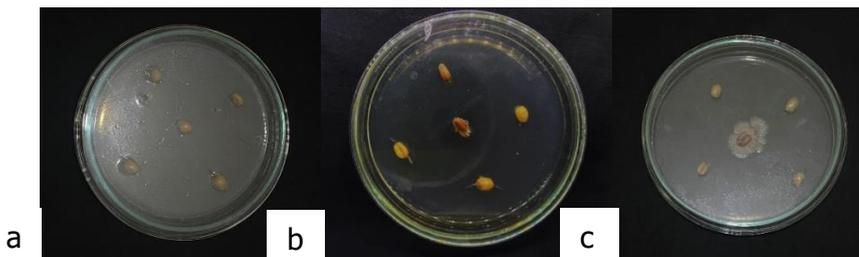
dan diberi perlakuan udara panas dengan suhu tinggi.



Gambar 4. Tahapan munculnya jamur *Tilletia indica* pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA hingga hari ke 10 pada suhu kontrol 28°C



Gambar 5. Tahapan munculnya jamur *Tilletia indica* pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA hingga hari ke-10 pada suhu 70°C
(a) Hari ke-3, (b) Hari ke-6, (c) Hari ke-10



Gambar 6. Tahapan munculnya jamur *Tilletia indica* pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA hingga hari ke-10 pada suhu 85°C (a) Hari ke-3, (b) Hari ke-6, (c) Hari ke-10



Gambar 7. Tahapan munculnya jamur *Tilletia indica* pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA tidak ada pertumbuhan koloni jamur hingga hari ke-10 pada suhu 95°C

Pengamatan munculnya koloni jamur pada perlakuan kontrol dapat dikatakan cukup jelas terlihat (Gambar 10 a). Tampak terlihat koloni jamur yang tumbuh di PDA hasil isolasi dari biji gandum terinokulasi semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi. Pada pengamatan hari ke-6, tampak terlihat pertumbuhan jamur (Gambar 10 b). Pada pengamatan hari ke-9, sudah tampak pertumbuhan koloni jamur lebih jelas dan terdapat pada kelima biji gandum yang ditanam di media PDA (Gambar 10 c).

Pengamatan munculnya koloni jamur pada perlakuan suhu 70°C diketahui bahwa koloni jamur yang tumbuh pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA

semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi tetapi masih terlihat samar. Pada pengamatan hari ke-3, belum tampak pertumbuhan koloni jamur pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA (Gambar 11 a). Pada pengamatan hari ke-6, sudah tampak koloni yang berukuran sangat kecil berwarna krem keputihan pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA yang dapat diamati secara langsung tanpa bantuan mikroskop (Gambar 11 b). Sedangkan, Pada pengamatan hari ke-9 koloni yang timbul lebih jelas dan ukurannya lebih besar dari sebelumnya (Gambar 11 c).

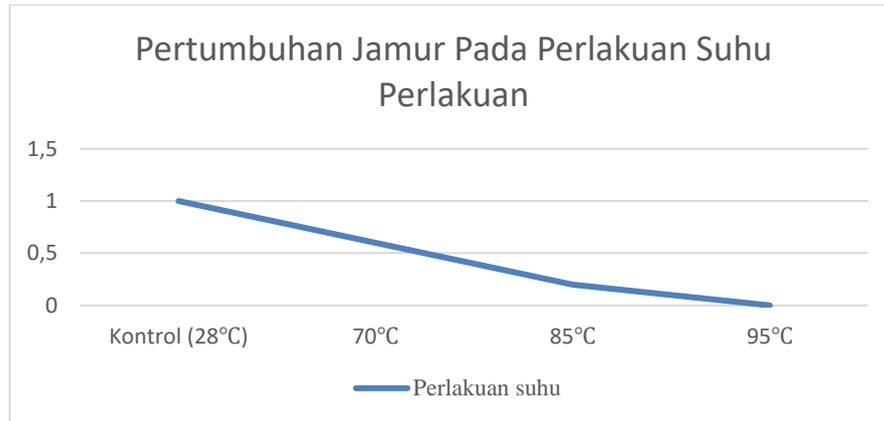
Pengamatan munculnya koloni jamur pada perlakuan suhu 85°C diketahui bahwa koloni jamur yang tumbuh pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi tetapi masih terlihat samar. Pada pengamatan hari ke-5, bahwa koloni jamur yang tumbuh pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA sudah tampak terlihat pada 2 biji (Gambar 12 a). Pada pengamatan hari ke-8, sudah tampak bahwa koloni jamur yang tumbuh pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA dengan bentuk yang tidak teratur berwarna krem hingga putih yang dapat diamati secara langsung tanpa bantuan mikroskop (Gambar 12 b). Sedangkan, Pada pengamatan hari ke-11 koloni yang timbul lebih jelas dan ukurannya lebih besar dari sebelumnya (Gambar 12 c).

Pengamatan munculnya koloni jamur pada perlakuan suhu 95°C diketahui bahwa koloni jamur hingga hari ke 10 tidak menampakkan pertumbuhan koloni jamur pada biji gandum yang diisolasi pada media PDA. Gejala munculnya koloni jamur pada biji gandum impor akan tampak jelas pada hari ke 10 setelah dilakukannya inokulasi. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Aasma *et al.* (2019) bahwa masa inkubasi pada gandum yang diisolasi pada media PDA berlangsung selama 7- 10 hari hal tersebut dikarenakan gandum impor telah mempunyai ketahanan secara preventif terhadap serangan *Tilletia indica* sehingga munculnya gejala penyakit lebih lama. Hasil pengamatan pertumbuhan jamur *Tilletia indica* pada biji gandum setelah 10 hari inkubasi dapat dilihat melalui tabel berikut:

Tabel 1 . Hasil Perlakuan Udara Panas Terhadap Biji Gandum yang Terinfeksi

Perlakuan	Biji terinfeksi (%)	Notasi
P0 (Kontrol)	20	a
P1 (70°C)	12	a
P2 (85°C)	4	a
P3 (95°C)	0	a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji ANOVA



Gambar 8. Grafik pertumbuhan jamur *Tilletia indica* pada berbagai suhu perlakuan setelah 10 hari inkubasi

Persentase kemunculan patogen *Tilletia indica* pada biji gandum di setiap perlakuannya berbeda-beda (Tabel 1). Perlakuan panas dengan suhu tinggi yang paling efektif adalah suhu 95°C dengan persentase kemunculan terkecil yaitu sebesar 0% yaitu tidak terdapat pertumbuhan jamur, sedangkan perlakuan suhu tinggi dengan pengaruh paling rendah untuk menekan pertumbuhan pathogen jamur *Tilletia indica* pada biji gandum adalah suhu 70°C dengan persentase kemunculan terbesar yaitu sebesar 12%. Data tersebut menunjukkan bahwa besar persentase kemunculan patogen jamur *Tilletia indica* tidak berbeda nyata karena p value 0,05 pada kontrol dan tiap perlakuan. Tetapi berdasarkan grafik yang didapat dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu yang diberikan, maka tingkat efektivitasnya untuk menekan pertumbuhan jamur patogen *Tilletia indica* juga semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi suhu, maka pertumbuhan jamur *Tilletia indica* juga semakin rendah serta tingkat perkecambahannya juga semakin rendah (Handayani et al., 2018).

Semakin tingginya suhu semakin rendah kemunculan patogen *Tilletia indica* pada biji gandum selaras dengan penelitian-penelitian sebelumnya diantaranya yang dilakukan oleh Yulia et al., (2015) tentang keefektifan suhu tinggi dalam menghambat pertumbuhan patogen *Tilletia indica* serta penelitian yang dilakukan oleh Handayani et al. (2018) bahwa Uji perlakuan udara panas secara in vitro pada suhu 75°C, 80°C dan 85 °C dengan waktu paparan 4 dan 6 jam mampu menekan hingga 40%. Namun, pemaparan pada suhu 85 °C selama 4 maupun 6 jam masih menghasilkan teliospora yang berkecambah antara 56.7–61.7%. Selain berfungsi sebagai alat penyebaran yang efisien, teliospora juga berfungsi dalam menjaga keberlangsungan hidup pada kondisi tidak menguntungkan. Dinding teliospora *Tilletia* yang tebal memungkinkan cendawan ini bertahan pada kondisi kering, paparan sinar matahari yang berlebih, suhu ekstrem dan bahkan menjadikannya tahan terhadap fungisida. Piepenbring et al. (1998) mendapatkan bahwa di dalam kelompok jamur api (smut), tipe *Tilletia* dan *Ustilago* mempunyai eksopora yang paling tebal dibandingkan dengan *Microbotryum* maupun *Entorrhiza*. Dinding teliospora *T. indica* terdiri atas tiga lapis: endosporium, episporium dan perisporium. Dinding tebal yang berbilah-bilah terdapat pada endosporium dan tonjolan-tonjolan yang keras dan tebal pada episporium (Sharma dan Kumari 2017).

Produksi Metabolit Sekunder Biji Gandum Setelah Dilakukan Perlakuan Suhu

Uji fitokimia pada biji gandum dilakukan dengan metode Agustina (2021). Adapun uji fitokimia untuk mengetahui keberadaan kandungan alkaloid, flavonoid, saponin, tannin, triterpenoid, dan steroid. Uji fitokimia dilakukan pada biji gandum yang telah dilakukan pemanasan pada suhu tinggi antara lain 70°C, 85°C, dan 95°C untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder pada biji gandum setelah perlakuan suhu panas yang tinggi. Adapun hasil dari uji fitokimia biji gandum setelah perlakuan panas dengan suhu tinggi ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kandungan Senyawa Metabolit Sekunder Pada Biji Gandum dengan Perlakuan Suhu

Uji fitokimia	Pereaksi	Hasil pengamatan	Kontrol 28°C	Pemansan suhu 70°C	Pemansan suhu 85°C	Pemansan suhu 95°C
Alkaloid	Bouchardat	Terdapat endapan coklat	+	+	+	+
Flavonoid	Mg+HCL 2 N	Tidak berubah warna	-	-	-	-
Tanin	Aquades+FeC ₃	Berubah warna Kuning Kecokelatan, Cokelat Kehitaman	+	+	+	+
Saponin	Aquades	Terbentuk busa/buih	+	+	+	+
Steroid	Lieberman-Burchard	Tidak berubah warna	-	-	-	-
Triterpenoid	Lieberman-Burchard	Berubah warna orange jingga kecoklatan	+	+	+	+

Keterangan: (+) Positif terkandung senyawa, (-) Negatif terkandung senyawa

Hasil uji fitokimia pada perlakuan pemanasan menggunakan oven dengan suhu tinggi menunjukkan hasil yang sama dengan perlakuan kontrol. Hasil menunjukkan adanya kandungan metabolit sekunder dari golongan alkaloid, tanin, saponin, dan triterpenoid yang terdeteksi dalam ekstrak biji gandum setelah perlakuan suhu. Hasil positif alkaloid ditandai dengan terbentuknya endapan coklat ketika ditetesi pereaksi Bouchardat. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suma *et al.* (2012), yang menunjukkan bahwa terdapat kandungan alkaloid pada biji gandum. Namun, untuk pereaksi meyer dan dragendrof tidak ditemukan perubahan warna pada tabung reaksi setelah tabung tersebut ditetesi. Hasil yang diamati ini berbeda dengan penelitian sebelumnya oleh Suarni (2004) dimana gandum tidak memiliki kandungan alkaloid. Perbedaan hasil ini dapat disebabkan karena perbedaan sampel dan sensitifitas reagen yang digunakan dalam pengujian. Alkaloid dalam jumlah kecil ditemukan pada berbagai bagian tanaman seperti bunga, biji, daun, ranting, akar dan kulit batang. Serat pangan (dietary fiber) merupakan polisakarida yang tidak dapat dihidrolisis oleh enzim pencernaan manusia. Serat akan menjadi bahan fermentasi oleh bakteri (Santoso, 2011). Serat pangan berupa hemiselulosa, selulosa, lignin, pectin, oligosakarida atau gum (Farah, 2014). Peran senyawa alkaloid dalam bidang kesehatan antara lain sebagai pemicu sistem saraf, menaikkan tekanan darah, mengurangi rasa sakit, antimikroba, obat penenang, obat penyakit jantung dan lain-lain lain (Endarini, 2016).

Hasil pengujian pada semua perlakuan suhu termasuk kontrol didapatkan hasil negatif flavonoid ditandai dengan tidak adanya perubahan warna jingga, merah bata, merah muda maupun merah tua pada tabung kedua setelah tabung tersebut ditambahkan logam Mg dan HCL 2N. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu panas dapat menyebabkan penurunan kandungan flavonoid pada biji gandum

Shamloo *et al.* (2017),. Hal ini disebabkan oleh kerusakan struktur molekul flavonoid akibat dehidrasi atau oksidasi. Hasil tersebut berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Suma *et al.* (2012), yang menunjukkan bahwa terdapat kandungan flavonoid pada gandum. Peran senyawa flavonoid dalam bidang kesehatan antara lain sebagai antioksidan, antihipertensi, antiinflamasi dan sifat antikarsinogenik (Haris,2011).

Hasil positif tanin ditandai dengan terbentuknya endapan ketika ditetesi larutan gelatin. Peningkatan suhu panas dapat menyebabkan peningkatan kandungan tanin pada biji gandum. Hal ini disebabkan oleh peningkatan aktivitas enzim-enzim yang terlibat dalam biosintesis tanin. Selain itu, peningkatan suhu panas juga dapat menyebabkan kerusakan dinding sel, sehingga senyawa tanin yang sebelumnya terikat pada dinding sel menjadi lebih mudah terlarut dan dapat dianalisis. Namun, peningkatan suhu panas yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan penurunan kandungan tanin pada biji gandum. Hal ini disebabkan oleh kerusakan struktur molekul tanin akibat dehidrasi atau oksidasi. Penelitian oleh Zhang *et al.* (2016) menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengeringan dari 50 °C menjadi 70 °C menyebabkan peningkatan kandungan tanin pada biji gandum. Penelitian oleh Zhao *et al.* (2018) menunjukkan bahwa biji gandum yang dimasak selama 15 menit memiliki kandungan tanin yang lebih tinggi dibandingkan biji gandum yang tidak dimasak. Penelitian oleh Wang *et al.* (2022) menunjukkan bahwa biji gandum yang dipaparkan suhu 120 °C selama 1 jam memiliki kandungan tanin yang lebih rendah dibandingkan biji gandum yang tidak dipaparkan suhu. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu panas dapat mempengaruhi kandungan tanin pada biji gandum, baik secara positif maupun negatif. Peningkatan suhu panas yang moderat dapat meningkatkan kandungan tanin, sedangkan peningkatan suhu panas yang terlalu tinggi dapat menurunkan kandungan tanin. Tanin adalah senyawa metabolit sekunder yang memiliki berbagai macam manfaat bagi kesehatan, seperti antioksidan, antibakteri, dan antiinflamasi (Haris,2011).. Oleh karena itu, peningkatan kandungan tanin pada biji gandum dapat memberikan manfaat kesehatan yang lebih besar.

Uji saponin menggunakan pereaksi aquades bernilai positif pada semua suhu yaitu suhu kontrol (28) dan suhu perlakuan udara panas yaitu suhu 70°C, 85 °C dan 95 °C karena terbentuk busa atau buih pada ekstrak setelah dikocok. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Penelitian oleh Liu *et al.* (2019) yang menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengeringan dari 50 °C menjadi 70 °C menyebabkan peningkatan kandungan saponin pada biji gandum. Selain itu pada penelitian oleh Zhang *et al.* (2020) menunjukkan bahwa biji gandum yang dimasak selama 15 menit memiliki kandungan saponin yang lebih tinggi dibandingkan biji gandum yang tidak dimasak. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu panas dapat mempengaruhi kandungan saponin pada biji gandum. Peningkatan suhu panas yang moderat dapat meningkatkan kandungan saponin. Saponin adalah senyawa metabolit sekunder yang memiliki berbagai macam manfaat bagi kesehatan, seperti menurunkan kolesterol, antibakteri, dan antiinflamasi (Khotimah, 2016). Oleh karena itu, peningkatan kandungan saponin pada biji gandum dapat memberikan manfaat kesehatan yang lebih besar.

Uji steroid menggunakan pereaksi Lieberman-Burchard bernilai positif apabila terjadi perubahan warna menjadi hijau kebiruan. Namun, tidak terjadi perubahan

warna pada tabung reaksi setelah tabung tersebut ditetesi pereaksi Lieberman-Burchard pada semua perlakuan suhu. Hal tersebut berarti ekstrak biji gandum pada tiap perlakuan suhu negatif steroid. Tidak terdeteksinya senyawa steroid pada ekstrak biji gandum yang telah dihaluskan menunjukkan bahwa kemungkinan senyawa tersebut memang tidak terdapat dalam sampel. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Suma *et al.* (2012), yang menunjukkan bahwa senyawa steroid pada biji gandum tidak teridentifikasi pada pelarut eter, benzena, kloroform, methanol, Lieberman-Burchard dan aquades. Kandungan steroid pada gandum dapat bermanfaat sebagai antiinflamasi, alergi, demam, leukimia dan hipertensi serta kardenolida merupakan steroid glukosida jantung digunakan sebagai obat diuretik dan penguat jantung (Doerge F.,1982).

Hasil positif triterpenoid ditandai dengan adanya perubahan warna pada tabung kedua setelah tabung tersebut ditetesi pereaksi Lieberman-Burchard. Hasil yang diperoleh disebabkan karena adanya oksidasi senyawa triterpenoid melalui pembentukan ikatan rangkap terkonjugasi (Setyowati, 2014). Peningkatan suhu panas dapat menyebabkan peningkatan kandungan triterpenoid pada biji gandum. Hal ini disebabkan oleh peningkatan aktivitas enzim-enzim yang terlibat dalam biosintesis triterpenoid. Selain itu, peningkatan suhu panas juga dapat menyebabkan kerusakan dinding sel, sehingga senyawa triterpenoid yang sebelumnya terikat pada dinding sel menjadi lebih mudah terlarut dan dapat dianalisis. Penelitian oleh Wang *et al.* (2014) menunjukkan bahwa peningkatan suhu pengeringan dari 50 °C menjadi 70 °C menyebabkan peningkatan kandungan triterpenoid pada biji gandum. Sedangkan, penelitian oleh Yang *et al.* (2022) menunjukkan bahwa biji gandum yang dipaparkan suhu 120 °C selama 1 jam memiliki kandungan triterpenoid yang lebih rendah dibandingkan biji gandum yang tidak dipaparkan suhu. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa suhu panas dapat mempengaruhi kandungan triterpenoid pada biji gandum, baik secara positif maupun negatif. Peningkatan suhu panas yang moderat dapat meningkatkan kandungan triterpenoid, sedangkan peningkatan suhu panas yang terlalu tinggi dapat menurunkan kandungan triterpenoid. Di Indonesia, suhu panas yang biasa digunakan untuk pengolahan biji gandum adalah sekitar 50-100 °C. Suhu ini masih tergolong moderat sehingga tidak menyebabkan penurunan kandungan triterpenoid. Oleh karena itu, pengolahan biji gandum dengan suhu panas dapat menjadi salah satu cara untuk meningkatkan kandungan triterpenoid pada biji gandum. Triterpenoid adalah senyawa metabolit sekunder yang memiliki berbagai macam manfaat bagi kesehatan, seperti antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker (Heliawati, 2018).. Sehingga peningkatan kandungan triterpenoid pada biji gandum dapat memberikan manfaat kesehatan yang lebih besar.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan maka didapatkan kesimpulan bahwa pemanasan gandum menggunakan oven dengan suhu tertinggi 95°C efektif dalam menekan pinfeksi jamur patogen *Tilletia indica*. Serta pemansan gandum dengan suhu 70°C, 85°C, dan 95°C tidak menghilangkan senyawa metabolit sekunder pada biji gandum.

DAFTAR PUSTAKA

- Aasma Zakria M, Asad S, Fayyaz M, Munir A. 2019. Prevalence, incidence, severity and morphological characterization among isolates of karnal bunt (*Tilletia indica*) in Punjab and Khyber Pakhtunkhwa (Pakistan). *International Journal of Biosciences*. 15(2):106-117.
- Alkadhim, Saif Aldeen Saad. 2018. Oven Udara Panas untuk Sterilisasi: Pengertian & Prinsip Kerja [Online] <https://ssrn.com/abstract=3340325>. Diakses pada 15 September 2023.
- Babadoost, M., Mathre, D. E., Johnston, R. H., & Bonde, M. R. (2004). Survival of teliospores of *Tilletia indica* in soil. *Plant Disease*. 88(1):56-62.
- Bhuiyan S, Croft BJ, Cox MC. 2009. Survival of sugarcane smut teliospores under south east Queensland conditions. *Proc Aust Sugar Cane Technol*. 31:135–144.
- Bonde MR, Nester SE. 1999. Comparison of effects of acidic electrolyzed water and NaOCl on *Tilletia indica* teliospore germination. *Plant Dis*. 83(7):627–632. DOI: <https://doi.org/10.1094/PDIS.1999.83.7.627>.
- CODEX. 2001. Codex standar for wheat protein product including wheat gluten. Codex stan. 163-1987.
- Demirezer, L. O., Kruuzum-Uz, A., Bergere, I., Schiewe, H. J., dan Zeeck, A. 2001. The Structures of Antioxidant and Cytotoxic Agents from Natural Source : Antraquinones and Tannin from Roots of *Rumex patientia*. *Phytochemistry*. 58: 1213- 1217.
- Dirjen Tanaman Pangan. 2010. Gandum. Dirjen Tanaman Pangan. Jakarta.
- [EPPO]. 2007. European Plant Protection Organization. *Tilletia indica*. Bulletin EPPO. 37:503.
- [EPPO] European Plant Protection Organization. 2013. Data sheets on quarantine pests : *Tilletia indica* [Online] http://www.eppo.int/QUARANTINE/Tilletia_indica/NEOVIN_ds.pdf. Diakses pada 15 September 2023.
- Gembong, T. 2004. Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hariyanto. 2002. Riset dan Pengembangan Sorgum dan Gandum Untuk Ketahanan Pangan. Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Jakarta.
- Hubeis, M. 1999. Sistem Jaminan Mutu Pangan. Pelatihan Pengendalian Mutu dan Keamanan Bagi Staf Penganjar. Kerjasama Pusat Studi Pangan & Gizi - IPB dengan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Bogor.
- Ilmi Irfan. 2010. *The Value Of Conserving Resources*. Sinauer : Sunderland.
- Jacobs, P.J.; Hemdane, S.; Delcour, J.A.; Courtin, C.M. 2016. Dry heat treatment affects wheat bran surface properties and hydration kinetics. *Food Chem*. 203: 513–520. [CrossRef].
- Inman AJ, Hughes KJD, RJ. Bowyer. 2003. Diagnostic Protocol for Organism Harmful to Plants. Sand Hutton (UK): YO41 1LZ.
- Irena G, Jurate R, Mindaugas D, Rimantas S, Zenonas D, Skaidre S. 2013. The effect of strong microwave electric field on: wheat (*Triticum aestivum* L.) seed germination and sanitation. *Zemdirbyste Agric*. 100(2):185–190. .
- Khan MA, MA Shakoor, N Javed, MJ Arif, M Hussain. 2010. A disease predictive model for karnal bunt of wheat based on two years environmental conditions. *Pak J Phytopathol*. 22(2): 108–112.
- Kirby, E.J.M. 2002. Botany of the wheat plant. In: *Bread wheat: Improvement and production*. (Eds.): Curtis B.C, Rajaram. S, MacPherson G.H. FAO.
- Kumar, S., Singroha, G., Singh, G. P., & Sharma, P. 2021. Karnal bunt of wheat: Etiology,

- breeding and integrated management. *Crop Protection*, 139, 105376.
- Lauková, M.; Karovičová, J.; Minarovičová, L.; Kohajdová, Z. 2020. Effect of thermal stabilization on physico-chemical parameters and functional properties of wheat bran. *Potravin. Slovak. J. Food Sci.* 14:170–177.
- Lia Agustina. 2021. Skrining Fitokimia Dan Uji Potensi Biji Sorgum (*Sorgum bicolor* L. Moench) Sebagai Serat Secara In Vitro. *Jurnal Wiyata*. 8(2):60-65.
- Marliana, S. D., Suryanti, V. dan Suyono. 2005. Skrining Fitokimia dan Analisis Kromatografi Lapis Tipis Komponen Kimia Buah Labu Siam (*Sechium edule* Jacq. Swartz.) dalam Ekstrak Etanol Biofarmasi. Volume 3. Nomor 1, Hal 26-31.
- Miller AE. 1997. Karnal Bunt. *Tilletia (Neovossia) indica*. Los Angeles (US): USDA-APHIS-PPQ.
- Munte, L., Max, R., dan Gayatri. 2015. Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Daun Prasman (*Eupatorium triplinerve* Vahl). *Jurnal Ilmiah Farmasi Pharmacon*, Vol. 4, No.3.
- Onipe, O.O.; Ramashia, S.E.; Jideani, A.I.O. 2021. Wheat Bran Modifications for Enhanced Nutrition and Functionality in Selected Food Products Molecules [Online] <https://doi.org/10.3390/molecules26133918>. Diakses pada 15 September 2023.
- Onyeneho, SN dan NS Hettiarachchy. 1992. Aktivitas antioksidan dedak gandum durum. *J.Pertanian. Kimia Makanan*. 40: 1496–1500.
- Praptana dan Hermanto. 2016. *Gandum: Peluang pengembangan di Indonesia*. IAARD Press: Jakarta.
- Price, K. dan Martin, S. 2000. *Whole Grains and Chronic Disease: A Self Study Guide For Health Professionals*. The General Mills. Minneapolis.
- Puspita, A.A.D. 2009. Analisis Daya saing dan Strategi Pengembangan Agribisnis Gandum Lokal di Indonesia. [Skripsi]. Bogor. Fakultas Ekonomidan Manajemen Institut Pertanian Bogor.
- Sangi, M.; Runtuwene, M.R.J.; Simbala, H.E.I. dan Makang, V.M.A. 2008. Analisis Fitokimia Tumbuhan Obat di Kabupaten Minahasa Utara. *Chemistry Progress*. 1: 47-53.
- Setyorini, S. D., & Yusnawan, E. 2016. Peningkatan kandungan metabolit sekunder tanaman aneka kacang sebagai respon cekaman biotik.
- Shamloo, Maryam, et al. 2017. Effects of genotype and temperature on accumulation of plant secondary metabolites in Canadian and Australian wheat grown under controlled environments." *Scientific Reports* 7(1): 9133.
- Sharma R, Kumar R. 2017. Karnal bunt disease of wheat study from Jhunjhunu, Rajasthan. *International Journal of Advance Research, Ideas and Innovations in Technology*. 3:834–835.
- Sovan, 2002. *Penerapan Pertanian Organik*. Kanisius, Yogyakarta.
- Wahdaningsih, Sri, Subagus Wahyuono , Sugeng Riyanto, dan Reto Murwanti. 2017. Penetapan Kadar Fenolik Total Dan Flavonoid Total Ekstrak Metanol Dan Fraksi Etil Asetat Kulit Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* (F.A.C.Weber) Britton dan Rose): *PHARMACON. Jurnal Ilmiah Farmasi UNSRAT*. 6(3):120-125.
- Waji, R.A., Sugrani, A. 2009. Makalah Kimia Organik Bahan Alam Flavonoid (Quercetin). Makasar: Universitas Hasanudin.
- Werdasari, Asri. 2014. Peran Antioksidan Bagi Kesehatan: *Jurnal Biotek Medisiana Indonesia*. 3(2): 59-68.
- Wick PD. 2009. *Medicinal Natural Products: A biosynthetic approach*, 3rd Edition. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Wijaya, Dwi Putra., Jessy E. Paendonga, dan Jemmy A. 2014. Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan dari Daun Nasi (*Phrynium capitatum*) dengan Metode DPPH (I.I-difenil-2-pikrilhidrazil): *Jurnal Mipa Unsrat*. 3(1):11-15.
- Wijaya, Hendra dan Junaidi, Lukman. 2011. *Antioksidan: Mekanisme Kerja Dan Fungsinya*

- Dalam Tubuh Manusia: *Warta IHP/ Journal of Agro-Based Industry*. 28(2): 44-55.
- Winarsih, H. 2007. *Antioksidan Alami dan Radikal Bebas*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Wink, M. 2008. *Ecological Roles of Alkaloids*. Wink, M. (Eds.) *Modern Alkaloids, Structure, Isolation Synthesis and Biology*, Wiley. Jerman: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KgaA.
- Wiraatmaja, I Wayan. 2016. *Metabolit Primer dan Sekunder: Bahan Ajar*. Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian UNUD.
- Yahia E, Lopez AC. 2018. *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruit and Vegetables*. Cambridge (UK): Woodhead Publishing.
- Yoshikawa M, Toshio M, Ning L, Akifumi N, Zian L, Hisashi M. 2005. Bioactive saponins and glycosides. XXIII.1) triterpene saponins with gastroprotective effect from the seeds of *Camellia sinensis* teasaponins E3, E4, E5, E6, and E7. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 53(12):1559-1564.
- Yulianti Rizki R., Amaliah Dahlia, dan Aktsar Roskiana Ahmad. 2014. Penetapan Kadar Flavonoid Total Dari Ekstrak Etanolik Daun Benalu Manga (*Dendrophthoe pentandra* L. Miq): *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, Vol 1 No.1.
- Yunita, E. A., Nanik H. S. dan Jafron W. H. 2009. Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) Terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes aegypti*". *BIOMA*. 11 (1): 11-17.
- Zufrizal, 2003. *Sistem Produksi Benih Gandum (Triticum durum) Kelas Penjenisdi INRA, Maroko*. Jurusan Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.