

Volume 2 No. 3 Tahun 2026

ISSN 3064-5190



BALAI PENGELOLA HASIL
PERAKITAN DAN MODERNISASI
P E R T A N I A N
BADAN PERAKITAN DAN
MODERNISASI PERTANIAN

BerAKHLAK
Berorientasi Pelayanan Akuntabel Kompeten
Harmonis Loyal Adaptif Kolaboratif

**#bangga
melayani
bangsa**



WARTA Agrostandar

BADAN PERAKITAN DAN MODERNISASI PERTANIAN
KEMENTERIAN PERTANIAN

ISSN 3064-5190



Pertanian Bekerja Sepenuh Hati
pengelolahasil.brmp.pertanian.go.id

Pengantar Redaksi

Halo Pembaca Setia,

Selamat datang kembali di Warta Agrostandar Vol. 2 No. 3, publikasi berkala yang hadir setiap empat bulan sebagai ruang berbagi pengetahuan dan inovasi. Di setiap edisinya, kami menyuguhkan beragam tulisan ilmiah semi populer yang mengulas perakitan, perekayasa, standardisasi, hingga modernisasi, serta isu-isu strategis aktual yang relevan di sektor pertanian.

Warta Agrostandar terus menjadi wadah kolaboratif bagi para penulis dari berbagai Satuan Kerja di lingkungan Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian (BRMP), sekaligus membuka ruang bagi kontributor eksternal yang memiliki perhatian terhadap perkembangan dan tantangan strategis di dunia pertanian.

Edisi kali ini menghadirkan enam artikel pilihan, yaitu: (1) Korelasi Curah Hujan dan Kebutuhan Air Jagung (*Zea mays* L.) untuk Optimasi Musim Tanam di Sentani, Papua; (2) Biosalin 1 dan Mekanisme Bertahan di Lahan Terintrusi Air Laut: Studi Kasus di Demak, Jawa Tengah; (3) Mutu Fisik Beras: Parameter Mutu, Preferensi Konsumen, dan Standardisasi; (4) Potensi Kurma di Indonesia dan Komponen Bioaktif; (5) Sustainable Clove Development Strategies in Pemalang, Central Java; (6) Aspergilosis Unggas di Indonesia: Ancaman Tersembunyi pada Industri Perunggasan.

Kami berharap artikel-artikel yang tersaji dalam edisi ini tidak hanya memperluas wawasan, tetapi juga menginspirasi serta menjadi rujukan dalam mendorong implementasi pertanian modern berbasis inovasi, rekayasa, dan standardisasi di Indonesia.

Selamat membaca dan sampai bertemu kembali pada edisi berikutnya.

**Salam Hangat,
Redaksi**

Dewan Redaksi Warta Agrostandar

■ Pengarah Ketua	Kepala Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian
Anggota	Sekretaris Badan Perakitan dan Modernisasi Pertanian
■ Penanggung Jawab Redaksi	Kepala Balai Pengelola Hasil Perakitan dan Modernisasi Pertanian
■ Penanggung Jawab Pelaksana	Ketua Tim Kerja Pengelolaan dan Pemanfaatan Hasil Perakitan dan Modernisasi Pertanian
■ Dewan Redaksi Ketua	Nuning Nugrahani, S.Pt., M.Si.
Anggota	Ir. Abdullah Taufiq, M.P. Hera Nurhayati, SP., M.Sc. Khoirun Enisa Maharina, S.P., M.P. Dr. Komarudin S.Pt., M.M., M.Sc. Dr. Suprihanto, S.P., M.Si Dr. drh. Aulia Evi Susanti, M.Sc. Dr. Susi Purwiyanti, S.P., M.Si Dr. Maulia Aries Susanti, S.P., M.Sc. Ira Mulyawanti, S.TP., M.Si. RR. Shinta Desmawati, S.P., M.Si Dr. Harmi Andrianyta, SP., M.Si. Dr. Wage Ratna Rohaeni, S.P., M.Si.
Redaksi Pelaksana Editor	Okti Haryani Hapsari, S.P., M.Si. Miyike Triana, S.P. Morina Pasaribu, S.P., M.Si
Cover dan Tata Letak	Zhafirah Azzahrawaani, S.Si
Admin Digital dan Kesekretariatan	Tigia Eloka Kailaku, S.Si., M.M.

01

Korelasi Curah Hujan dan Kebutuhan Air Jagung (*Zea mays* L.) untuk Optimasi Musim Tanam di Sentani, Papua
Nefa Putri Adhani & Nurwindah Pujilestari

06

Biosalin 1 dan Mekanisme Bertahan di Lahan Terintrusi Air Laut : Studi Kasus di Demak, Jawa Tengah
Rina Kartikawati & Sarah

10

Mutu Fisik Beras: Parameter Mutu, Preferensi Konsumen, dan Standardisasi
Dody Dwi Handoko

13

Potensi Pengembangan Kurma di Indonesia, Kandungan Bioaktif dan Manfaat untuk Kesehatan
Linda Trivana, Adhitya Yudha P, Enny Rimita S

19

Sustainable Clove Development Strategies in Pemalang, Central Java
Tri Wahyu C & Ranny Mutiara C

26

Aspergilosis Unggas di Indonesia: Ancaman Tersembunyi pada Industri Perunggasan
Istovia Salma & Ni Putu Vidia T

Alamat Penyunting

Balai Pengelola Hasil Perakitan dan Modernisasi Pertanian
Jl. Salak No 22 Bogor, Jawa Barat
✉ redaksi.wartaagrostandar@gmail.com

Korelasi Curah Hujan dan Kebutuhan Air Jagung (*Zea mays* L.) untuk Optimasi Musim Tanam di Sentani, Papua

Nefa Putri Adhani¹ dan Nurwindah Pujilestari²

¹Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada

²Balai Perakitan dan Pengujian Agroklimat dan Hidrologi Pertanian

²Jl. Talan Tentara Pelajar No.1A, Ciwaringin, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16111

Email: n_pujilestari@yahoo.com

ABSTRAK

Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua, memiliki potensi besar untuk pengembangan jagung (*Zea mays* L.), namun keterbatasan informasi mengenai curah hujan dan kebutuhan air tanaman membuat pengelolaan irigasi belum optimal. Kajian ini bertujuan menganalisis hubungan antara curah hujan dan kebutuhan air jagung agar dapat membantu petani menentukan waktu tanam yang lebih tepat. Data curah hujan selama 10 tahun (2016–2025) diperoleh dari MERRA-2/ NASA POWER, sementara kebutuhan air dihitung menggunakan metode SNI 9292:2024 dan penentuan musim tanam mengacu pada sistem Siap Tanam 2.0. Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun wilayah ini memiliki curah hujan yang cukup tinggi dengan tipe iklim D1, hubungan antara curah hujan dan kebutuhan air tanaman tergolong lemah sehingga curah hujan tidak selalu dapat dijadikan satu-satunya acuan. Dari tiga musim tanam yang dikaji, periode Oktober–Desember direkomendasikan sebagai waktu tanam terbaik karena kebutuhan airnya lebih rendah dan risiko kekurangan air lebih kecil sehingga dapat menjadi panduan praktis bagi petani dalam mengelola irigasi secara lebih efisien.

PENDAHULUAN

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas pangan strategis yang tidak hanya berperan sebagai penopang ketahanan pangan, namun berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap impor (Kementerian Pertanian, 2023). Dalam konteks wilayah Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua, potensi pengembangan jagung cukup besar, namun belum dimanfaatkan secara optimal. Keterbatasan informasi yang mengaitkan curah hujan dengan kebutuhan air tanaman jagung di Sentani menjadi kendala dalam penyusunan strategi budi daya yang tepat. Oleh karena itu, kajian ini penting dilakukan untuk mendukung perencanaan irigasi dan penentuan musim tanam yang lebih akurat dan berbasis data.

Pemanfaatan data iklim seperti MERRA-2/NASA POWER (2025) menjadi alternatif penting untuk mendukung perencanaan irigasi dan penentuan waktu tanam yang lebih tepat (Funk *et al.*, 2015).

Studi dilakukan bertujuan untuk: 1) menganalisis karakteristik curah hujan Sentani 2016–2025; 2) menghitung kebutuhan air irigasi jagung per fase untuk tiga musim tanam menggunakan SNI 9292:2024; 3) mengkaji korelasi curah hujan dengan evapotranspirasi; dan 4) merekomendasikan jadwal tanam optimal.

Kondisi Wilayah

1. Lokasi dan Lahan Potensial

Sentani terletak pada 2°34'12.0"S 140°28'48.0"E, elevasi rata-rata

151,6 mdpl berdasarkan data MERRA-2/NASA POWER (2025). Wilayah ini berbatasan langsung dengan Danau Sentani yang merupakan danau terbesar di Papua dengan luas sekitar 9.360 hektare (ha). Keberadaan danau menjadi potensi sumber air irigasi yang signifikan bagi kawasan pertanian di sekitarnya. Berdasarkan Peta Lokasi Potensial Pengembangan Jagung (Gambar 1), areal kebun dan sawah terkonsentrasi di beberapa desa, antara lain Sentani Kota, Sereh, Dobonsolo, dan Yahim yang merupakan kawasan prioritas pengembangan irigasi jagung.

2. Kemiringan Lereng

Wilayah selatan–tengah didominasi lereng datar (0–8°) yang sangat sesuai untuk irigasi. Bagian utara

memiliki lereng sangat curam (40–100°) yang tidak layak untuk pertanian irigasi mekanis. Distribusi kemiringan lereng di wilayah kajian disajikan pada Gambar 2.

3. Jenis Tanah

Sentani didominasi dua jenis tanah: Rendzinas (E) di bagian utara dengan kapasitas air baik dan Eutric Fluvisols (Je) di selatan–tengah yang cocok untuk jagung lahan kering (Gambar 3). Parameter tanah pada wilayah tersebut yakni $KL = 0,324$; $TLP = 0,193$; dan $p = 0,5$ (FAO and UNESCO, 2007). Kondisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar wilayah memiliki potensi ketersediaan air yang cukup mendukung pertumbuhan tanaman, meskipun tetap memerlukan pengelolaan irigasi yang tepat agar produktivitas dapat optimal.

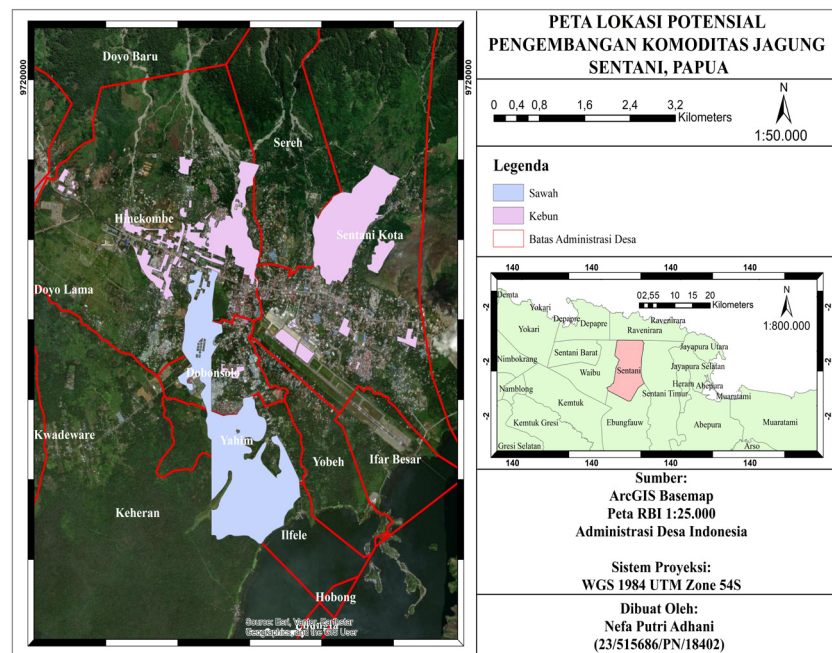
4. Tutupan Lahan

Tutupan lahan didominasi hutan rimba di utara dan tegalan/ladang di tengah–selatan (Gambar 4). Areal tegalan dan perkebunan di kawasan datar merupakan zona potensial pengembangan jagung beririgasi dengan luasan 1498 Ha. Proporsi luas tutupan lahan di Kabupaten Sentani sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5.

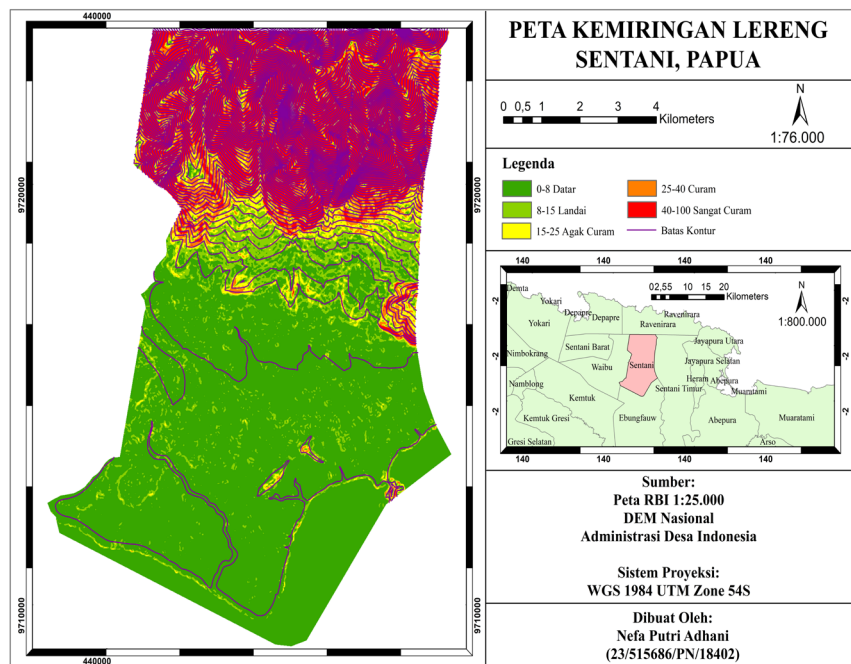
Tahapan Kajian

1. Pengumpulan Data

Studi ini memanfaatkan data sekunder berupa data iklim bulanan periode 10 tahun (2016–2025). Data berasal dari basis data klimatologi MERRA-2/ NASA POWER (2025) pada titik koordinat 2°34'12.0"S 140°28'48.0"E. Parameter yang dianalisis meliputi total curah hujan bulanan serta Nilai Evapotranspirasi Acuan (ET_o) yang didapatkan menggunakan pedoman SNI 7745:2012.



Gambar 1. Peta Lokasi Potensial Pengembangan Jagung, Sentani

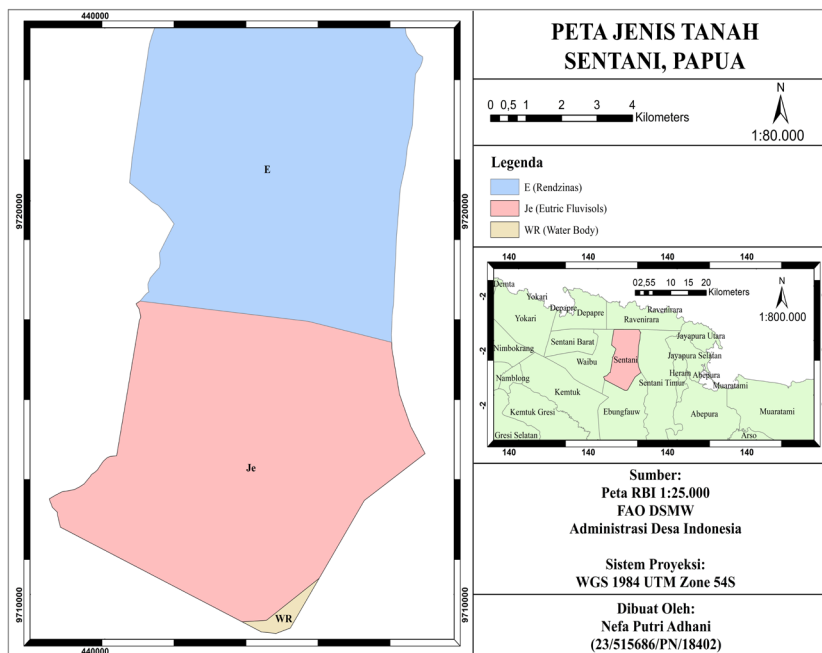


Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng Sentani

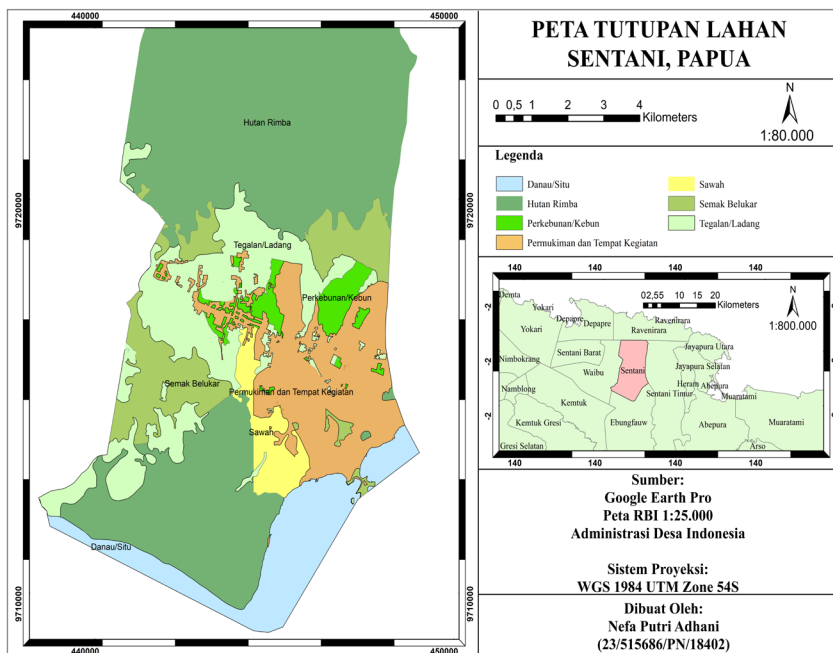
2. Analisis Iklim dan Curah Hujan Efektif

Tipe iklim wilayah Sentani ditentukan dengan metode Oldeman (1980), dengan cara mengklasifikasikan iklim berdasarkan banyaknya jumlah bulan basah (curah hujan > 200 mm/bulan) dan bulan kering (curah hujan < 100 mm/bulan) pada satu tahun yang terjadi secara

berurutan. Curah hujan efektif (CH_e), merupakan bagian curah hujan yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tanaman, Perhitungan dapat dilakukan dengan pendekatan USDA-SCS sebesar 80% dari total curah hujan bulanan ($CH_e = 0,8 \times CH$) (USDA, 1993). Pendekatan ini digunakan untuk melihat ketersediaan air selama proses pertumbuhan tanaman.



Gambar 3. Peta Jenis Tanah Sentani



Gambar 4. Peta Tutupan Lahan Sentani

Kategori Tutupan Lahan	Warna Peta	Proporsi (%)	Deskripsi Fungsi
Hutan Rimba		38%	Kawasan perlindungan air & keanekaragaman hayati.
Semak Belukar		22%	Area vegetasi sekunder & cadangan lahan.
Permukiman & Kegiatan		14%	Pusat huni, bisnis, dan layanan publik.
Tegalan / Ladang		12%	Aktivitas pertanian lahan kering lokal.
Danau / Situ		7%	Badan air & identitas ekologis wilayah.
Perkebunan / Kebun		5%	Komoditas pertanian jangka panjang.
Sawah		2%	Produksi tanaman pangan basah.

Gambar 5. Distribusi Tutupan Lahan di Kabupaten Sentani

3. Perhitungan Kebutuhan Air Tanaman

Kebutuhan air tanaman dihitung per musim tanam, dengan periode per musim ditentukan melalui aplikasi Siap Tanam 2.0 (BRMP Kementerian Pertanian, 2025). Kebutuhan jagung ditentukan berdasarkan metode perhitungan kebutuhan air pada lahan kering sesuai SNI 9292:2024 (Badan Standardisasi Nasional, 2024).

4. Analisis Korelasi Curah Hujan dan Evapotranspirasi Acuan (ET_o)

Hubungan antara curah hujan dan kehilangan air ke atmosfer dianalisis menggunakan korelasi linier melalui Koefisien Korelasi Pearson (r). Analisis ini menggunakan rata-rata curah hujan bulanan sebagai variabel independen dan rata-rata ET_o bulanan sebagai variabel dependen. Hasilnya digunakan untuk mengevaluasi pengaruh pola distribusi curah hujan tahunan terhadap perubahan kebutuhan air irigasi jagung pada berbagai alternatif musim tanam.

PEMBAHASAN

Curah Hujan dan Klasifikasi Iklim

Rata-rata curah hujan bulanan selama periode 2016–2025 menunjukkan bahwa tidak terdapat bulan kering ($CH < 100$ mm) yang terjadi secara konsisten (Tabel 1). Pada wilayah Sentani hampir tidak ditemukan bulan dengan curah hujan rendah secara konsisten. Berdasarkan klasifikasi Oldeman, kondisi ini termasuk tipe iklim D1 yaitu memiliki 4 bulan basah berturut-turut tanpa periode kering yang jelas.

Variabilitas curah hujan antartahun cukup besar dengan nilai ekstrem tertinggi pada bulan Juni 2020 sebesar 548,44 mm dan bulan Maret 2019 sebesar 476,67 mm

Tabel 1. Curah Hujan Bulanan Rata-rata Sentani 2016–2025

Bulan	CH Rata ² (mm)	CHe (mm)	ETo (mm/bln)	Surplus/Defisit	Ket.
Jan	209,19	167,36	105,5	+61,86	BB
Feb	240,17	192,13	102,5	+89,63	BB
Mar	237,81	190,24	125,4	+64,84	BB
Apr	249,32	199,45	124,1	+75,35	BB
Mei	163,80	131,04	126,0	+5,04	BL
Jun	201,91	161,53	123,6	+37,93	BB
Jul	170,75	136,60	123,6	+13,00	BL
Agt	133,19	106,55	126,2	-19,65	BL
Sep	166,04	132,83	119,9	+12,93	BL
Okt	187,62	150,09	117,2	+32,89	BL
Nov	198,95	159,16	101,8	+57,36	BL
Des	223,17	178,53	99,7	+78,83	BB

Ket: BB = Bulan Basah (≥ 200 mm); BL = Bulan Lembab (100–200 mm); CHe = $0,8 \times CH$; r Pearson (CH vs ETo) = -0,36

Tabel 2. Kebutuhan Irigasi Neto Jagung per Fase dan Musim Tanam – Sentani

Musim Tanam	Fase	Hr	ETc	RAW	IrV	IrD	IrTf (mm)
MT 1	Inisiasi	20	1,08	26,2	25	1,05	21,0
Feb–Jun	Vegetatif	30	4,48	45,85	11	4,17	125,1
	Pembungaan	30	4,71	58,95	13	4,53	135,9
	Pemasakan	10	2,46	78,6	32	2,46	24,6
	ΣIRT MT1	90	–	–	–	–	306,6
MT 2	Inisiasi	20	1,23	26,2	22	1,19	23,8
Jun–Agt	Vegetatif	30	4,60	45,85	10	4,58	137,4
	Pembungaan	30	4,71	58,95	13	4,53	135,9
	Pemasakan	10	2,40	78,6	33	2,38	23,8
	ΣIRT MT2	90	–	–	–	–	320,9
MT 3	Inisiasi	20	1,14	26,2	23	1,14	22,8
Okt–Des	Vegetatif	30	4,02	45,85	12	3,82	114,6
	Pembungaan	30	3,68	58,95	17	3,47	104,1
	Pemasakan	10	1,92	78,6	41	1,92	19,2
	ΣIRT MT3	90	–	–	–	–	260,7

Ket: ETc & IrD dalam mm/hari; RAW & IrTf dalam mm; IrV = interval irigasi (hari); ΣIRT = total 1 musim tanam

yang dipengaruhi oleh fenomena iklim global seperti ENSO (Aldrian & Susanto, 2003).

Kebutuhan Air Tanaman Jagung

Hasil perhitungan kebutuhan irigasi neto (IrTf) dan total per musim tanam (ΣIRT) disajikan pada Tabel 2. Musim tanam kedua (Juni–Agustus) membutuhkan air paling tinggi, sedangkan musim tanam ketiga (Oktober–Desember) membutuhkan air paling rendah. Fase pembungaan menyumbang proporsi ΣIRT terbesar

di setiap musim tanam (39–44%), dan merupakan fase *most critical* (Allen *et al.*, 1998).

Tingginya kebutuhan air fase pembungaan terlihat dari nilai IrTf mencapai 135,9 mm pada musim tanam pertama dan kedua. Oleh karena itu, penjadwalan irigasi presisi sangat krusial pada tahap ini guna mencegah risiko penurunan hasil akibat defisit air. Pemanfaatan sumber air alternatif menjadi sangat penting untuk memastikan stabilitas pasokan air, terutama ketika curah hujan tidak mencukupi.

Analisis Korelasi Curah Hujan dan Evapotranspirasi Acuan (ETo)

Koefisien Korelasi Pearson antara CH bulanan rata-rata dan ETo bulanan adalah $r = -0,39$ (korelasi negatif lemah). Artinya, peningkatan curah hujan tidak selalu diikuti dengan penurunan kebutuhan air tanaman secara signifikan. Kondisi ini terjadi karena wilayah Sentani memiliki curah hujan relatif merata sepanjang tahun sehingga variasi ETo lebih dipengaruhi oleh radiasi matahari dan suhu daripada ketersediaan uap air. Agustus menjadi satu-satunya bulan dengan defisit CHe terhadap ETo (-19,65 mm). Situasi ini dapat berpotensi menimbulkan kekurangan air, terutama jika bertepatan dengan fase kritis seperti pembungaan. Oleh karena itu, pada periode ini sebaiknya dihindari sebagai waktu utama pertumbuhan tanaman.

Fenomena korelasi iklim ini dapat dijabarkan lebih lanjut melalui beberapa aspek berikut:

1. Karakteristik Hubungan Negatif Lemah: secara umum, korelasi negatif menunjukkan bahwa peningkatan curah hujan cenderung diikuti oleh penurunan evapotranspirasi, yang biasanya terjadi karena meningkatnya tutupan awan sehingga radiasi matahari berkurang. Namun, di Sentani nilai korelasi yang diperoleh ($r = -0,39$) tergolong lemah jika dibandingkan dengan wilayah lain di Indonesia yang memiliki perbedaan musim kemarau dan penghujan yang sangat tegas, di mana hubungan negatifnya umumnya jauh lebih kuat ($r < -0,70$).
2. Pengaruh Tipe Iklim Ekuatorial: lemahnya hubungan tersebut mencerminkan karakter wilayah Sentani sebagai daerah beriklim ekuatorial basah tipe D1 (Oldeman), dengan distribusi curah hujan yang relatif merata

sepanjang tahun. Kondisi ini juga menyebabkan ketersediaan air jarang mengalami kekurangan ekstrem, sehingga variasi evapotranspirasi lebih dipengaruhi oleh faktor radiasi matahari dan suhu udara dibandingkan faktor curah hujan.

3. Anomali Defisit Air di bulan Agustus: meskipun hujan terjadi sepanjang tahun, pengamatan pada bulan Agustus menunjukkan kondisi yang berbeda. Pada periode tersebut, curah hujan berada pada titik relatif rendah, sementara evapotranspirasi cukup tinggi, sehingga menyebabkan defisit air yang menjadikan bulan Agustus sebagai periode paling rentan akan kekurangan air dalam satu tahun.
4. Implikasi terhadap Manajemen Pola Tanam: kondisi tersebut berdampak langsung pada strategi penentuan waktu tanam jagung. Fase pembungaan jagung merupakan tahap yang paling membutuhkan air dan sensitif terhadap kekurangan air, sehingga perlu menghindari penanaman pada periode bulan Agustus. Oleh karena itu, penjadwalan waktu tanam harus dirancang secara tepat agar fase kritis tersebut tidak bertepatan dengan kondisi defisit air, sehingga risiko penurunan hasil pun dapat ditekan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis korelasi antara curah hujan dan kebutuhan air tanaman jagung di Distrik Sentani, Papua, dapat disimpulkan bahwa pengelolaan waktu tanam dan ketersediaan air menjadi faktor kunci dalam mendukung keberhasilan budi daya jagung. Waktu tanam yang paling direkomendasikan

adalah Musim Tanam 3 (Oktober–Desember), karena pada periode ini kebutuhan tambahan air relatif paling rendah sehingga lebih efisien dari sisi irigasi.

Penentuan waktu tanam perlu diatur secara cermat agar fase pembungaan jagung yang merupakan fase paling kritis terhadap kekurangan air, tidak terjadi pada bulan Agustus, karena pada bulan tersebut terjadi kondisi anomali berupa defisit air akibat curah hujan yang rendah sementara tingkat penguapan tetap tinggi.

Pengembangan wilayah, budi daya jagung sebaiknya difokuskan pada lahan yang memiliki topografi datar seperti di wilayah selatan-tengah Sentani, meliputi daerah Desa Sentani Kota, Sereh, Dobonsolo, dan Yahim, dimana wilayah ini memiliki kondisi tanah yang sesuai untuk pertanian jagung lahan kering. Perencanaan manajemen irigasi oleh petani dengan mempertimbangkan kebutuhan air tanaman jagung, khususnya pada fase akhir pertumbuhan tanaman perlu dilakukan, untuk memastikan kebutuhan air tetap terpenuhi sehingga produktivitas dapat dipertahankan. Mengingat hubungan antara curah hujan dan kebutuhan air tergolong lemah, maka pemenuhan air tidak hanya mengandalkan hujan, sehingga pemanfaatan sumber air seperti Danau Sentani menjadi penting, terutama pada kondisi cuaca yang tidak menentu.

DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian, E., & Susanto, R. D. (2003). Identification of three dominant rainfall regions within Indonesia and their relationship to sea surface temperature. *Int. J. Climatology*, 23(12), 1435–1452.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Crop*

evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. *FAO Irrigation and Drainage Paper No. 56*. Rome: FAO.

Badan Standardisasi Nasional. (2024). *SNI 9292:2024 – Penghitungan Kebutuhan Air Tanaman di Lahan Kering*. Jakarta: BSN.

BRMP Kementerian Pertanian. (2025). *Siap Tanam 2.0: Sistem Informasi Adaptif untuk Perencanaan Tanam*. [online] <https://siaptanam.brmpkementan.id/katam>

Food and Agriculture Organization (FAO) & United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO). (2007). *Soil Map of the World*. FAO.

Funk, C., Peterson, P., Landsfeld, M., Pedreros, D., Verdin, J., Shukla, S., Husak, G., Rowland, J., Harrison, L., Hoell, A., & Michaelsen, J. (2015). The climate hazards infrared precipitation with stations - A new environmental record for monitoring extremes. *Scientific Data*, 2, 150066.

Kementerian Pertanian RI. (2023). *Statistik Pertanian 2023*. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian, Kementerian Pertanian.

MERRA-2/NASA POWER.(2025). *POWER Source Native Resolution Daily/Monthly Data*. NASA Langley Research Center.

Oldeman, L. R., Las, I., & Muladi, M. (1980). *The agroclimatic maps of Kalimantan, Maluku, Irian Jaya and Bali, West and East Nusa Tenggara*. CRIA Contributions, Bogor.

USDA Soil Conservation Service. (1993). *Irrigation Water Requirements. Technical Release No. 21 (revised)*. Washington DC: USDA.

Biosalin 1 dan Mekanisme Bertahan di Lahan Terintrusi Air Laut: Studi Kasus di Demak, Jawa Tengah

Rina Kartikawati dan Sarah

Balai Perakitan dan Pengujian Lingkungan Pertanian

Jalan raya Jakenan-Jaken, km 05, Jaken, Pati, Jawa Tengah

Email: rina.kartikawati206@gmail.com

ABSTRAK

Intrusi air laut pada lahan sawah pesisir meningkatkan salinitas tanah dan berpotensi menurunkan produktivitas padi, terutama pada fase pertumbuhan yang sensitif terhadap cekaman garam. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kemampuan adaptasi padi varietas Biosalin 1 pada lahan sawah terintrusi air laut di pesisir utara Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Pengujian dilakukan selama satu musim tanam pada tanah yang dipengaruhi sedimen laut dengan dinamika daya hantar listrik (DHL) berkisar 2,11–3,11 dS m⁻¹. Hasil menunjukkan bahwa Biosalin 1 mampu mempertahankan pertumbuhan dan hasil pada kondisi salinitas sedang dengan produktivitas 4,20 t ha⁻¹ dan persentase gabah isi 69,09%. Adaptasi varietas ini tercermin melalui kombinasi mekanisme fenologis dan fisiologis, terutama percepatan umur berbunga sekitar 71 hari setelah tanam (HST), serta kandungan prolin yang relatif tinggi (903,68 µg g⁻¹) dibandingkan varietas pembanding. Rasio akar terhadap tajuk yang lebih besar juga mengindikasikan peran sistem perakaran dalam mendukung keseimbangan ion pada kondisi salin. Selain itu, emisi metana yang terukur sebesar 31,94 kg ha⁻¹ musim⁻¹ tergolong rendah dibandingkan kisaran pada sawah non-salin. Temuan ini menunjukkan bahwa Biosalin 1 memiliki potensi adaptif pada lahan salin pesisir secara spesifik lokasi, meskipun diperlukan pengujian lanjutan pada berbagai tingkat salinitas dan musim tanam untuk memperkuat generalisasi hasil.

PENDAHULUAN

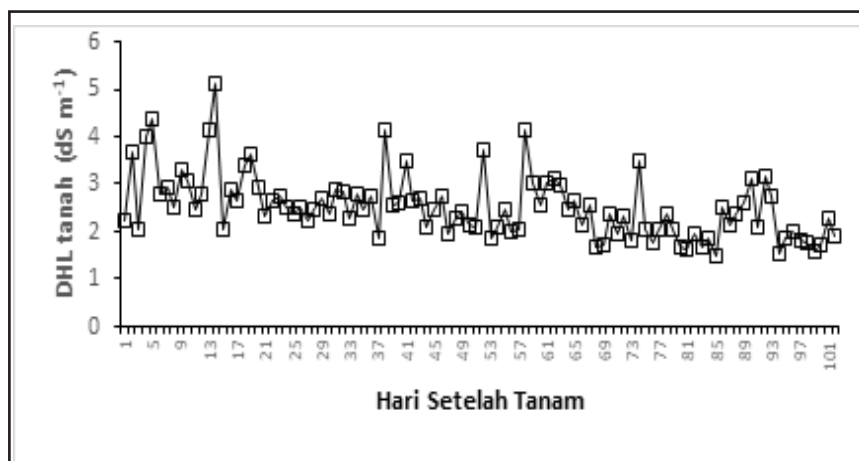
Padi merupakan komoditas tanaman pangan utama yang memiliki cakupan budi daya sangat luas sehingga dapat ditanam pada berbagai kondisi agroekologi, mulai dari dataran rendah hingga ketinggian sekitar 0–650 mdpl. Produktivitas padi sangat dipengaruhi oleh interaksi antara faktor genetik tanaman dan kondisi lingkungan tumbuh. Apabila salah satu faktor tersebut tidak terpenuhi atau mengalami pembatasan, maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman padi akan terganggu yang pada akhirnya berdampak pada penurunan hasil.

Meskipun memiliki adaptasi habitat yang relatif luas, padi

tergolong sebagai tanaman budi daya yang sensitif terhadap cekaman salinitas. Menurut Chang *et al.* (2019), dampak cekaman garam pada tanaman padi umumnya tidak langsung terlihat pada tahap awal paparan. Namun, seiring meningkatnya durasi dan intensitas cekaman, terjadi penurunan pertumbuhan batang dan akar, percepatan penuaan daun, serta penurunan kapasitas fotosintesis yang berujung pada menurunnya produktivitas tanaman. Kondisi ini menjadikan pengembangan dan pemanfaatan varietas padi yang toleran terhadap salinitas sebagai salah satu strategi penting dalam menjaga keberlanjutan produksi padi pada wilayah pesisir yang rentan terhadap intrusi air laut.

Dalam sistem budi daya padi di lahan salin, pemilihan varietas unggul yang adaptif menjadi komponen teknologi kunci untuk menjaga stabilitas produksi. Salah satu upaya yang dikembangkan adalah perakitan varietas padi toleran salinitas, seperti Biosalin 1. Pengujian varietas ini dilakukan selama satu musim tanam pada sawah pesisir terintrusi air laut di pantai utara Demak, Jawa Tengah, yang memiliki karakteristik tanah dipengaruhi oleh endapan sedimen laut dengan tingkat salinitas yang berfluktuasi sepanjang periode pertumbuhan tanaman.

Kebaruan pengujian ini terletak pada pengkajian adaptasi Biosalin 1 pada kondisi lapangan nyata melalui pendekatan terpadu yang mencakup



Gambar 1. Dinamika Daya Hantar Listrik (DHL) Lahan Sawah Salin di Pesisir Utara Demak, Jawa Tengah

respon agronomis, fisiologis, serta emisi metana sebagai indikator dampak lingkungan, sehingga menegaskan peran varietas toleran salinitas dalam menjaga stabilitas produksi padi sekaligus mendukung sistem budi daya yang berkelanjutan dan rendah emisi.

PEMBAHASAN

Biosalin 1 merupakan varietas padi yang dirakit khusus untuk beradaptasi pada kondisi cekaman salinitas. Varietas ini menunjukkan tingkat toleransi yang baik terhadap cekaman salinitas pada fase bibit dengan skor toleransi 3,33. Pengujian Biosalin 1 dilakukan di lahan salin wilayah pesisir pantai utara Demak (Jawa Tengah) dengan tipe tanah yang dipengaruhi oleh endapan sedimen laut (*marine sediment*).

Sistem pengairan lahan pesisir pantai utara khususnya Kabupaten Demak, tergantung dari distribusi air irigasi kanal utama yang mengalir dari bendungan air tawar dan bermuara di laut utara. Sistem pengairan ini memungkinkan lahan sawah pesisir utara Demak mendapatkan air tawar pada musim penghujan sehingga berpengaruh pada DHL selama musim tanam. Fase awal tanam pindah merupakan fase kritis bagi pertumbuhan tanaman karena DHL tanah pada fase ini (1–20

HST) rata-rata sekitar 3,11 dS m⁻¹, sedangkan rata-rata salinitas air irigasi adalah 0,526 dS m⁻¹. Pada fase pertumbuhan berikutnya, yaitu anakan aktif, fase generatif dan pemasakan-menjelang panen, rata-rata DHL tanah menurun secara berturut-turut adalah 2,61; 2,54 dan 2,11 dS m⁻¹, sedangkan salinitas air irigasi adalah 0,524; 0,539 dan 0,280 dS m⁻¹ (Gambar 1). Budi daya padi di lahan pesisir pantai utara masih mengikuti budi daya padi secara umum di lahan normal dengan dosis aplikasi pupuk urea (100 kg ha⁻¹), SP (100 kg ha⁻¹), ZA (100 kg ha⁻¹), dan NPK (100 kg ha⁻¹). Pengairan yang diterapkan adalah tergenang terus-menerus yang bertujuan untuk mengurangi kadar salinitas tanah.

Biosalin 1 menunjukkan ketahanan terhadap salinitas kategori sedang pada kondisi spesifik lokasi penelitian yang tercermin dari stabilitas pertumbuhan dan hasil pada kisaran DHL tanah 2,11–3,11 dS m⁻¹. Hal ini sejalan dengan laporan Munns dan Tester (2008) yang menyatakan bahwa toleransi salinitas pada tanaman padi merupakan hasil interaksi kompleks antara karakter genetik dan dinamika lingkungan tumbuh.

Kemampuan Biosalin 1 untuk tetap tumbuh dan berproduksi pada lahan sawah pesisir terintrusi air laut tidak dapat dilepaskan dari mekanisme adaptif yang

dimilikinya. Secara umum, respons tanaman terhadap cekaman salinitas umumnya diklasifikasikan ke dalam tiga mekanisme utama, yaitu *escape* (meloloskan diri), *avoidance* (menghindar), dan *tolerance* (mempunyai ketahanan). Ketiga mekanisme ini tidak berdiri sendiri, melainkan saling melengkapi dalam membentuk ketahanan tanaman terhadap tekanan lingkungan.

Menurut Kooyers (2015), mekanisme *escape* dilakukan dengan mempercepat siklus hidup, mempercepat pembungaan, kadar nitrogen daun dan kapasitas fotosintesis tinggi. Mekanisme *avoidance* mencakup strategi penghindaran stres melalui efisiensi penggunaan air, pengaturan konduktansi stomata, peningkatan rasio akar terhadap tajuk, serta menurut Li dan Zhang (2008) adanya modifikasi arah pertumbuhan akar. Sementara itu, mekanisme *tolerance* melibatkan penyesuaian fisiologis seperti peningkatan osmoprotektan, penyesuaian osmotik, akumulasi gula, serta peningkatan prolin sebagai respons terhadap stres garam (Alhasnawi, 2019; El Moukhtari *et al.*, 2020).

Mekanisme *escape* pada varietas Biosalin 1 ditunjukkan oleh percepatan fase fenologis, yaitu pembungaan pada umur 71 HST dan panen pada umur 113 hari, lebih cepat dari deskripsi varietas. Percepatan pembungaan dan umur panen ini merupakan strategi adaptif tanaman untuk menghindari paparan cekaman salinitas pada fase pertumbuhan yang paling sensitif, khususnya fase reproduktif. Mekanisme *escape* ini berperan penting pada lahan salin yang memiliki fluktuasi kadar garam secara temporal, di mana konsentrasi garam cenderung meningkat seiring waktu akibat evaporasi tinggi atau intrusi air laut. Melalui percepatan siklus hidup, varietas Biosalin 1 mampu menyelesaikan fase vegetatif



Gambar 2. Pengujian Biosalin 1 di Lahan Salin Pesisir Utara Demak, Jawa Tengah

dan generatif lebih awal, sehingga pembungaan dan pengisian gabah berlangsung sebelum akumulasi salinitas mencapai tingkat kritis dan berpotensi menurunkan hasil. Pola percepatan pertumbuhan ini menunjukkan bentuk adaptasi tanaman terhadap perubahan salinitas selama musim tanam, bukan sekadar sifat varietas.

Mekanisme *avoidance* pada Biosalin 1 ditunjukkan oleh rasio biomassa akar terhadap tajuk yang lebih tinggi (0,16) dibandingkan Inpari 34 (0,11) dan Inpari 35 (0,14). Menurut Soliman *et al.* (2018), mekanisme *avoidance* terhadap cekaman salinitas melibatkan kemampuan tanaman untuk meminimalkan akumulasi ion Na^+ di sitosol sel (eksklusi Na^+) sehingga fungsi fisiologis tetap berlangsung relatif normal meskipun tanaman tumbuh pada lingkungan salin. Pada Biosalin 1, proporsi biomassa akar lebih besar dibanding tajuk dapat mengindikasikan bahwa kapasitas akar dalam menahan, menyerap atau mengembalikan Na^+ dari xilem meningkat dan akar berfungsi sebagai penyangga (*buffer*) terhadap ion toksik. Tajuk sebagai organ fotosintetik dan paling sensitif terhadap akumulasi garam memungkinkan mengalami paparan ion toksik lebih rendah.

Mekanisme pertahanan lain dari Biosalin 1 adalah dengan

pembentukan prolin, sebagai bentuk toleransi terhadap kondisi salinitas. Kandungan prolin dari Biosalin 1 sebesar $903,68 \mu\text{g g}^{-1}$, lebih tinggi baik dibandingkan dengan Inpari 34 ($556,53 \mu\text{g g}^{-1}$) maupun Inpari 35 ($898,50 \mu\text{g g}^{-1}$). Prolin berfungsi sebagai osmolit endogen yang berperan dalam menjaga keseimbangan osmotik sel, menstabilkan protein dan membran, serta mengurangi kerusakan oksidatif akibat stres salinitas (Koc *et al.*, 2024). Akumulasi prolin yang lebih tinggi menunjukkan adanya kapasitas penyesuaian fisiologis yang mendukung ketahanan tanaman pada kondisi kandungan Na tinggi.

Berdasarkan analisis *important value* variabel ketahanan, faktor yang paling berkontribusi terhadap adaptasi Biosalin 1 pada lahan salin pesisir utara Demak adalah mekanisme *escape* (umur berbunga) dan *tolerance* (kandungan prolin). Hal ini menunjukkan bahwa keberhasilan adaptasi Biosalin 1 tidak ditentukan oleh satu mekanisme tunggal, melainkan merupakan hasil interaksi antara strategi fenologis dan fisiologis yang bekerja secara simultan dalam merespons dinamika salinitas lingkungan. Dengan demikian, stabilitas pertumbuhan dan hasil pada kondisi salinitas sedang di lokasi penelitian dapat dipahami sebagai konsekuensi dari

integrasi kedua mekanisme tersebut.

Produktivitas Biosalin 1 yang ditanam di lokasi penelitian mencapai sekitar $4,20 \text{ t ha}^{-1}$, didukung oleh persentase gabah isi yang relatif tinggi sebesar 69,09%. Produktivitas ini lebih tinggi dibandingkan dengan varietas untuk lahan salin baik Inpari 34 ($2,94 \text{ t ha}^{-1}$) dan maupun Inpari 35 ($3,40 \text{ t ha}^{-1}$). Kemampuan mempertahankan pengisian gabah pada fase reproduktif memang diakui sebagai indikator kunci toleransi salinitas padi, karena salinitas pada tahap ini langsung menurunkan jumlah gabah terisi dan hasil akhir. Stres garam saat inisiasi malai-berbunga menyebabkan kemandulan spikelet, mengecilnya ukuran sink, dan penurunan tajam hasil gabah (Radanielson *et al.*, 2017; Moradi & Ismail, 2007; Walia *et al.*, 2006).

Biosalin 1 juga menghasilkan emisi metana yang tergolong rendah, yaitu $31,94 \text{ kg ha}^{-1} \text{ musim}^{-1}$. Sebagai pembanding hasil pengujian emisi metana di lahan tadah hujan non salin berkisar antara $168 - 285 \text{ kg ha}^{-1} \text{ musim}^{-1}$ (Kartikawati *et al.*, 2021). Rendahnya emisi metana Biosalin 1 di lahan sawah pesisir terintrusi air laut berkaitan dengan interaksi antara karakter fisiologis tanaman, salinitas tanah, dan proses biogeokimia tanah (Guan *et al.*, 2024; Rajendran *et al.*, 2024). Salinitas menekan aktivitas mikroorganisme metanogen (Fagodiya *et al.*, 2022), sementara umur genjah dan proporsi biomassa akar yang relatif tinggi pada Biosalin 1 berkontribusi mengurangi periode genangan dan meningkatkan oksigenasi rizosfer. Temuan ini menunjukkan adaptasi varietas terhadap cekaman salinitas tidak hanya menjaga stabilitas hasil, tetapi juga berperan dalam menurunkan emisi gas rumah kaca dari sistem budi daya padi pesisir.

Karakteristik tersebut menunjukkan bahwa Biosalin 1 tidak hanya berkontribusi terhadap

ketahanan dan peningkatan produksi padi di lahan salin, tetapi juga berperan dalam upaya mitigasi emisi gas rumah kaca. Dengan demikian, varietas ini berpotensi menjadi pilihan yang sesuai dengan preferensi petani pesisir pantai sebagai varietas padi berdaya hasil cukup tinggi sekaligus ramah lingkungan.

Interpretasi data varietas Biosalin 1 dalam artikel ini difokuskan pada respons adaptif dan stabilitas pertumbuhan terhadap kondisi salinitas di lahan pesisir pantai utara Kabupaten Demak, Jawa Tengah. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh gambaran mendalam mengenai mekanisme ketahanan tanaman pada lingkungan terintrusi air laut dengan dinamika salinitas yang berfluktuasi selama musim tanam.

Pengujian ini dilaksanakan pada satu lokasi dan satu musim tanam, sehingga variasi spasial dan temporal belum sepenuhnya terakomodasi. Oleh karena itu, hasil pengujian ini lebih diarahkan sebagai kajian adaptasi spesifik lokasi, dan diperlukan kajian lanjutan dengan pada musim tanam yang berbeda untuk memperkuat generalisasi temuan.

PENUTUP

Padi varietas Biosalin 1 menunjukkan kemampuan adaptasi yang baik pada lahan sawah pesisir terintrusi air laut di pantai utara Kabupaten Demak melalui kombinasi mekanisme *escape*, *avoidance*, dan *tolerance*. Pada kondisi spesifik lokasi dan satu musim tanam, Biosalin 1 mampu mempertahankan produktivitas dan menghasilkan emisi metana yang relatif rendah. Hasil ini masih bersifat spesifik lokasi sehingga diperlukan pengujian lanjutan pada berbagai tingkat salinitas dan kondisi agroekosistem untuk memperkuat generalisasi temuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alhasnawi, A. N.(2019). Role of proline in plant stress tolerance: A mini review. *Research on Crops*, 20(1): 223–229.
- Chang, J., Cheong, B. E., Natera, S., & Roessner, U.(2019). Morphological and metabolic responses to salt stress of rice (*Oryza sativa* L.) cultivars which differ in salinity tolerance. In *Plant Physiology and Biochemistry*. Elsevier, 144 (November): 427-435
- El Moukhtari, A., Cabassa-Hourton, C., Farissi, M., & Savouré, A.(2020). How does proline treatment promote salt stress tolerance during crop plant development? *Frontiers in Plant Science*, 11(July), 1–16.
- Guan, S., Qi, Z., Li, S., Du, S., & Xu, D.(2024). Effects of Rice Root Development and Rhizosphere Soil on Methane Emission in Paddy Fields. *Plants*, 13, 1-19
- Fagodiya, R., Malyan, S., Singh, D., Kumar, A., Yadav, R., Sharma, P., & Pathak, H.(2022). Greenhouse Gas Emissions from Salt-Affected Soils: Mechanistic Understanding of Interplay Factors and Reclamation Approaches. *Sustainability*, 14(19): 1-25
- Kartikawati, R., Ariani, M., Wihardjaka, A., & Setyanto, D.(2021). Characteristic of Rice Variety for Low Greenhouse Gases (GHGs) Emission in Facing the Challenges of Climate Change and National Food Security. *Proceedings of PERIPI*, Bogor, Indonesia.
- Koc, Y. E., Ayca, M., & Mitsui, T.(2024). Self-defense mechanism in rice to salinity. *Proline. J*, 7(1), 103–115.
- Kooyers, N. J.(2015). The evolution of drought escape and avoidance in natural herbaceous populations. *Plant Science*, 234, 155–162.
- Li, X., & Zhang, W. S.(2008). Salt-avoidance tropism in *Arabidopsis thaliana*. *Plant Signaling and Behavior*, 3(5), 351–353.
- Moradi, F., & Ismail, A.(2007). Responses of photosynthesis, chlorophyll fluorescence and ROS-scavenging systems to salt stress during seedling and reproductive stages in rice. *Annals of botany*, 99(6), 1161-73.
- Munns, R., & Tester, M.(2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual review of plant biology*, 59, 651-81.
- Rajendran, S., Park, H., Kim, J., Park, S., Shin, D., Lee, J., Song, Y., Paek, N., & Kim, C.(2024). Methane Emission from Rice Fields: Necessity for Molecular Approach for Mitigation. *Rice Science*, 31(2), 159-178.
- Radanielson, A., Angeles, O., Li, T., Ismail, A., & Gaydon, D.(2017). Describing the physiological responses of different rice genotypes to salt stress using sigmoid and piecewise linear functions. *Field Crops Research*, 220, 46-56.
- Soliman, W.S., Sugiyama, Shu-ichi and Abbas, A.M.(2018). Contribution of avoidance and tolerance strategies towards salinity stress resistance in eight C3 turfgrass species. *Horticulture, Environment, and Biotechnology*, 59, 29–36.
- Walia, H., Wilson, C., Zeng, L., Ismail, A., Condamine, P., & Close, T.(2006). Genome-wide transcriptional analysis of salinity stressed japonica and indica rice genotypes during panicle initiation stage. *Plant Molecular Biology*, 63, 609-623.

Mutu Fisik Beras: Parameter Mutu, Preferensi Konsumen, dan Standardisasi

Dody Dwi Handoko

Balai Besar Perakitan dan Modernisasi Pertanian Tanaman Padi

Jalan Raya IX, Sukamandi, Ciasem, Subang 41256

Email: dodyhandoko@gmail.com

ABSTRAK

Sifat fisik beras merupakan parameter utama dalam penilaian mutu beras yang berperan penting dalam klasifikasi, perdagangan, dan preferensi konsumen. Parameter ini meliputi ukuran dan bentuk butir, tingkat keutuhan, penampakan visual, cacat butir, kebersihan, serta kadar air. Preferensi konsumen beras di Indonesia terutama ditentukan oleh atribut fisik yang tampak, seperti warna putih, keutuhan butir, dan rendahnya butir patah. Dalam praktiknya, sifat fisik beras menjadi indikator mutu awal yang mudah diamati sebelum pembelian, sekaligus menjadi dasar dalam sistem standardisasi nasional dan internasional. Standar seperti SNI 6128:2020 menetapkan persyaratan mutu yang lebih rinci untuk pasar domestik, sedangkan ISO 7301 dan Codex Alimentarius (CXS 198-1995) memberikan kerangka spesifikasi global yang lebih fleksibel. Meskipun sifat fisik tidak secara langsung menentukan kualitas konsumsi, parameter ini tetap berperan penting dalam menentukan nilai ekonomi dan penerimaan konsumen. Oleh karena itu, pengendalian sifat fisik melalui penerapan teknologi pascapanen dan pengujian yang terstandar menjadi kunci dalam menghasilkan beras yang bermutu, aman, dan berdaya saing.

PENDAHULUAN

Beras merupakan komoditas pangan utama yang memiliki peran strategis dalam ketahanan pangan dan stabilitas ekonomi nasional. Mutu beras menjadi faktor kunci yang menentukan daya saing produk di pasar domestik maupun internasional. Dalam sistem mutu beras, sifat fisik merupakan parameter yang paling awal diamati dan sering dijadikan dasar dalam pengambilan keputusan oleh pelaku usaha maupun konsumen.

Sifat fisik beras mencakup karakteristik visual dan struktural seperti ukuran, bentuk, keutuhan, warna, serta kebersihan butir. Parameter ini tidak hanya mencerminkan kualitas bahan baku dan proses pengolahan, tetapi juga berkaitan dengan persepsi mutu oleh konsumen. Dalam konteks standardisasi, sifat fisik beras

menjadi bagian penting dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 6128:2020 (BSN, 2020), serta standar internasional seperti ISO 7301 (ISO, 2021) dan Codex Alimentarius (CAC, 2025) yang digunakan dalam perdagangan global.

Dengan meningkatnya tuntutan terhadap mutu dan keamanan pangan, pemahaman yang komprehensif mengenai sifat fisik beras menjadi semakin penting. Artikel ini membahas parameter sifat fisik beras, kaitannya dengan preferensi konsumen hingga relevansinya terhadap standar nasional dan internasional.

PEMBAHASAN

Mutu Fisik Beras dan Preferensi Konsumen

Sifat fisik beras merupakan salah satu indikator utama dalam

penilaian mutu beras, baik pada tingkat produksi, perdagangan, maupun konsumsi. Parameter ini mencerminkan kondisi bahan baku gabah, proses pascapanen, serta penanganan selama penggilingan. Sifat fisik beras meliputi ukuran dan bentuk butir, tingkat keutuhan, penampakan visual, keberadaan cacat, kebersihan, serta kadar air. Parameter-parameter tersebut menjadi dasar dalam sistem klasifikasi mutu beras yang digunakan dalam standar nasional maupun internasional (Gambar 1).

Ukuran dan bentuk butir merupakan parameter awal yang digunakan dalam pengelompokan beras. Berdasarkan standar internasional, beras dapat diklasifikasikan menjadi beras berbutir panjang, medium, dan pendek, yang ditentukan oleh panjang butir atau rasio panjang terhadap lebar. Klasifikasi ini tidak

hanya penting dalam aspek teknis, tetapi juga berkaitan dengan preferensi pasar dan karakteristik pengolahan. Beras berbutir panjang umumnya memiliki tekstur yang lebih pera setelah dimasak, sedangkan beras berbutir pendek cenderung lebih pulen.

Tingkat keutuhan butir menjadi indikator penting dalam menentukan mutu dan nilai ekonomi. Butir kepala, yaitu butir dengan panjang minimal 0,8 dari butir utuh (BSN, 2020), memiliki nilai jual lebih tinggi dibandingkan butir patah. Persentase butir kepala sangat dipengaruhi oleh kondisi gabah saat digiling, terutama kadar air, serta efisiensi proses penggilingan. Semakin tinggi proporsi butir utuh, semakin tinggi mutu beras yang dihasilkan.

Penampakan visual juga berperan penting dalam persepsi mutu. Warna putih cerah dan kilap yang baik umumnya diasosiasikan dengan kualitas tinggi. Sebaliknya, keberadaan butir kapur (*chalky grains*), yaitu bagian butir yang tampak buram akibat struktur pati yang kurang kompak, dapat menurunkan mutu. Butir kapur lebih rapuh dan mudah pecah, sehingga meningkatkan proporsi butir patah selama penggilingan.

Cacat fisik seperti butir merah, butir rusak, dan butir belum matang juga mempengaruhi mutu beras. Cacat ini umumnya disebabkan oleh faktor varietas, kondisi lingkungan, serta penanganan pascapanen. Tingginya persentase cacat fisik akan menurunkan kelas mutu dan mengurangi daya saing produk.

Kebersihan beras merupakan aspek penting yang berkaitan dengan keamanan dan kemurnian produk. Benda asing seperti batu, pasir, jerami, atau gabah yang tidak tergilang harus diminimalkan karena dapat menurunkan mutu dan berpotensi membahayakan konsumen. Oleh karena itu,



Gambar 1. Parameter Mutu Fisik Beras

standar mutu menetapkan batas maksimum kandungan benda asing.

Kadar air merupakan parameter krusial yang menentukan stabilitas penyimpanan. Beras dengan kadar air tinggi lebih rentan terhadap pertumbuhan mikroorganisme dan serangan hama. Secara umum, kadar air aman untuk penyimpanan berada pada $\leq 14\%$ (SNI), sedangkan ISO 7301:2021 dan Codex CXS 198-1995 menetapkan batas maksimum $\leq 15\%$ sebagai persyaratan dasar dalam perdagangan internasional.

Dalam praktik pengujian, parameter sifat fisik beras ditentukan menggunakan metode yang relatif sederhana, namun terstandar. Pengukuran ukuran dan bentuk butir dapat dilakukan menggunakan jangka sorong atau analisis citra digital. Persentase butir kepala, patah, dan cacat umumnya ditentukan melalui pemisahan manual atau menggunakan alat *grader*. Kadar air diukur menggunakan metode oven atau *moisture meter* terkalibrasi sesuai standar. Pengujian yang konsisten dan terstandar menjadi kunci dalam menjamin keandalan hasil.

Dalam konteks Indonesia, preferensi konsumen terhadap beras sangat dipengaruhi oleh atribut fisik yang dapat diamati secara langsung pada saat pembelian. Atribut seperti warna, keutuhan butir, kebersihan, dan proporsi butir patah menjadi indikator mutu awal yang paling diperhatikan konsumen. Berbagai studi menunjukkan bahwa konsumen cenderung memilih beras

dengan warna putih bersih, butir utuh dominan, dan butir patah rendah, yang diasosiasikan dengan kualitas lebih tinggi dan nilai ekonomi yang lebih baik. Hasil penelitian di Kota Banjarbaru memperkuat temuan ini, di mana masyarakat memilih beras dengan warna putih bersih dan butir patah sedikit, serta menempatkan atribut fisik sebagai bagian penting dalam keputusan pembelian (Shalihin & Hidayat, 2020). Temuan serupa juga dilaporkan di berbagai wilayah Indonesia, seperti Makassar dan Tarakan, yang menunjukkan bahwa atribut warna dan keutuhan butir merupakan faktor yang dapat dinilai langsung oleh konsumen dan berperan dalam persepsi kualitas (Hasan *et al.*, 2022).

Meskipun atribut sensori seperti kepulenan tetap dipertimbangkan, bukti empiris menunjukkan bahwa pada tahap awal pembelian, konsumen lebih menekankan atribut fisik dibanding atribut lainnya. Hal ini terlihat pada berbagai studi preferensi yang menunjukkan bahwa atribut mutu seperti warna beras dan kebersihan menjadi prioritas penting, bahkan seringkali menjadi fokus perbaikan mutu produk (Nafiah *et al.*, 2015; Pratiwi & Rosyid, 2022; Siringoringo, 2019). Begitupun perilaku konsumen di Indonesia, dimana sifat fisik beras dipahami sebagai faktor seleksi awal (*pre-purchase attributes*) yang membentuk persepsi mutu dan menentukan keputusan pembelian, sebelum kemudian dipengaruhi oleh pengalaman konsumsi.

Keterkaitan Antara Sifat Fisik Beras dan Standar Mutu

Keterkaitan antara sifat fisik beras dan standar mutu menjadi semakin jelas ketika dikaitkan dengan penerapan SNI, ISO, dan Codex Alimentarius (Tabel 1). SNI 6128:2020 (BSN, 2020) disusun dengan pendekatan yang relatif ketat dan rinci untuk memenuhi kebutuhan pasar domestik, termasuk dalam penetapan batas kadar air yang umumnya lebih rendah dibandingkan standar internasional, serta pengaturan yang jelas mengenai persentase butir kepala, butir patah, dan cacat. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan jaminan mutu yang konsisten bagi konsumen di dalam negeri.

ISO 7301:2021 dirancang sebagai standar perdagangan internasional yang lebih fleksibel. ISO menetapkan spesifikasi dasar mutu, namun untuk beberapa parameter seperti persentase butir patah dan butir kepala, ketentuannya sering disesuaikan berdasarkan kesepakatan antara penjual dan pembeli. Hal ini memungkinkan adanya variasi mutu sesuai dengan kebutuhan pasar global yang beragam.

Codex Alimentarius berfungsi sebagai standar acuan global yang menekankan aspek keamanan pangan dan keadilan dalam perdagangan. Codex CXS 198-1995 (CAC, 2025) menetapkan batas minimum yang harus dipenuhi, seperti kadar air maksimum, batas cemaran fisik, serta persyaratan kebersihan produk. Namun, beberapa parameter mutu yang bersifat komersial diserahkan pada preferensi pembeli, sehingga memberikan ruang fleksibilitas dalam perdagangan internasional.

Perbedaan pendekatan antara SNI, ISO, dan Codex menunjukkan bahwa sifat fisik beras tidak hanya berperan sebagai parameter teknis, tetapi juga sebagai

Tabel 1. Perbandingan Kunci SNI 6128:2020, ISO 7301:2021 dan Codex CXS 198-1995

Parameter	SNI 6128:2020	ISO 7301:2021	Codex CXS 198-1995
Kadar air	≤ 14%	≤ 15%	≤ 15%
Benda asing	≤0,01–0,03%	≤0,5%	≤0,1%
Butir kepala	≥75–85%	kesepakatan	Preferensi pembeli
Butir patah	≤14–22%	kesepakatan	Preferensi pembeli
Butir kapur	≤0,5–3%	≤5%	≤11%

instrumen dalam sistem regulasi dan perdagangan pangan. SNI berfungsi untuk menjamin mutu dan melindungi konsumen domestik, ISO memfasilitasi perdagangan internasional, sedangkan Codex menyediakan kerangka dasar untuk keamanan pangan global. Pengendalian parameter-parameter tersebut melalui penerapan teknologi pascapanen yang tepat dan pengujian yang terstandar menjadi kunci dalam menghasilkan beras yang berkualitas, aman, dan berdaya saing tinggi.

PENUTUP

Sifat fisik beras merupakan parameter fundamental dalam penentuan mutu hingga nilai ekonomi beras. Preferensi konsumen beras di Indonesia secara konsisten menunjukkan bahwa atribut fisik terutama warna, keutuhan butir, dan kebersihan, menjadi indikator utama mutu dan dasar keputusan pembelian sebelum dipengaruhi oleh pengalaman konsumsi.

Penerapan standar beras memberikan kerangka yang jelas dalam menjamin mutu dan keamanan beras. Peningkatan mutu beras di Indonesia memerlukan pengendalian proses pascapanen, pengujian yang terstandar, serta kepatuhan terhadap regulasi. Dengan demikian, beras yang dihasilkan tidak hanya memenuhi standar mutu, tetapi juga mampu bersaing di pasar global.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional, 2020.

SNI 6128:2020 Beras. Jakarta, BSN. CAC, 2025. *Standard for Rice CXS 192-1995, Amended in 2025*. FAO and WHO.

Hasan, I., Rosida, I., & Nurliani, N., 2022. Preferensi Konsumen Terhadap Keputusan Pembelian Beras Berdasarkan Kualitas Beras Medium dan Premium Pada Pasar Tradisional di Kota Makassar. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 22(2):231–236.

ISO, 2021. *ISO 7301:2021 Rice Specification*. ISO.

Nafiah, A. Z., Marwanti, S., & Widadie, F., 2015. Analisis Preferensi dan Kepuasan Konsumen Terhadap Atribut Mutu Beras di Pasar Legi Surakarta. *Agrista, Jurnal Ilmiah Mahasiswa Agribisnis UNS*, 3(3).

Pratiwi, L. F. L., & Rosyid, A. H. Al., 2022. Analisis Preferensi Konsumen dan Strategi Pengembangan Atribut Produk Beras di Daerah Istimewa Yogyakarta pada Masa Pandemi Covid 19. *Jurnal Ekonomi Pertanian dan Agribisnis*, 6(3):1073.

Shalihin, A. J., & Hidayat, T., 2020. Beras di Kota Banjarbaru Analysis of Consumer Preference on Rice Purchasing in Banjarbaru Municipality. *Frontier Agribisnis*, 1(2012):37–38.

Siringoringo, S. E. T., 2019. Analisis Preferensi Konsumen dan Performa Atribut Dalam Pemilihan Beras di Toko Hokky Surabaya. *Calyptra*, 8(1):2112–2128.

Potensi Pengembangan Kurma di Indonesia, Kandungan Bioaktif dan Manfaat untuk Kesehatan

Linda Trivana¹, Adhitya Yudha Pradhana², dan Enny Rimita Sembiring³

¹ Pusat Perakitan dan Modernisasi Pertanian Perkebunan

² Balai Perakitan dan Pengujian Tanaman Palma

³ Pusat Riset Rekayasa Genetika BRIN, Kawasan Sains dan Teknologi Ir. Soekarno

¹ Jl. Tentara Pelajar No.1, RT.4/RW.11, Menteng, Kec. Bogor Bar., Kota Bogor, Jawa Barat 16111

Email: lindatrivana@gmail.com

ABSTRAK

Kurma (*Phoenix dactylifera* L.) merupakan tanaman palma asal Mesopotamia yang kini tersebar luas di wilayah subtropis dan tropis kering. Buah ini dikenal memiliki nilai gizi tinggi serta kaya senyawa bioaktif sehingga berpotensi dikembangkan sebagai pangan fungsional. Artikel ini mengulas potensi gizi, kandungan fitokimia, dinamika kematangan buah, serta peluang pengembangan pangan fungsional dan budi daya kurma di Indonesia. Perkembangan buah kurma melalui fase *kimri*, *khalal*, *ruthob*, dan *tamar* disertai perubahan komposisi kimia yang signifikan. Kandungan fenolik dan flavonoid tertinggi ditemukan pada fase *kimri* dan berkurang pada fase *tamar*. Kurma mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti asam fenolik, flavonoid (kuersetin, katekin, luteolin, apigenin), tanin, fitosterol, dan karotenoid yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan, antihiperlipidemik, antiinflamasi, dan antikanker sehingga dapat dimanfaatkan untuk pangan fungsional maupun farmasi. Indonesia merupakan salah satu pengimpor kurma terbesar di dunia, karena budi daya domestik menghadapi kendala agroklimat, terutama kelembapan dan curah hujan tinggi yang menyebabkan buah umumnya hanya mencapai fase *ruthab*. Fenomena El Niño 2023 menunjukkan kemungkinan tercapainya fase *tamar* di wilayah tertentu, dan daerah kering seperti Nusa Tenggara Timur (NTT) dan Nusa Tenggara Barat (NTB) dinilai prospektif untuk pengembangan kebun kurma. Adanya dukungan teknologi budi daya, pascapanen, dan pengolahan, kurma berpotensi menjadi komoditas pangan fungsional bernilai ekonomi tinggi di Indonesia.

PENDAHULUAN

Kurma (*Phoenix dactylifera*) merupakan tanaman Palma (*Arecaceae*) genus *Phoenix* yang berasal dari Mesopotamia, Timur Tengah (Arab Saudi dan Irak) dan telah menyebar ke berbagai wilayah, termasuk pantai selatan Mediterania, Afrika barat laut, dan India utara. Kurma termasuk dalam tujuh jenis buah yang disebutkan dalam Al-Qur'an di antaranya dalam surat Maryam 23, Al-Hasyr 5, Al-Baqarah 266, dan Thaha 71. Berdasarkan berbagai khasiat kurma dan penggunaannya sebagai pangan fungsional, maka buah

kurma disebut sebagai "makanan *super/superfood*" dan disebutkan berkali-kali dalam Al-Quran (Sharma *et al.*, 2019).

Indonesia merupakan negara importir kurma terbesar kelima di dunia, setelah India, UEA, Maroko, dan Nigeria (FAO, 2020). Volume impor kurma Indonesia dari Timur Tengah mencapai 50.133 ton dengan nilai US\$69 juta pada tahun 2021 (BPS, 2022). BPS juga menyebutkan bahwa negara pengekspor kurma terbesar ke Indonesia adalah Mesir 21.000 ton, diikuti dengan Arab Saudi sebesar 11.000 ton. Kurma dikonsumsi secara luas sebagai buah segar atau diolah

menjadi berbagai produk makanan seperti roti, permen, sirup dan es krim. Meskipun buah kurma dapat dikonsumsi segar maupun kering, namun kurma memiliki nilai tambah apabila diolah lebih lanjut menjadi konsentrat (pasta kurma, selai, sirup, dan gula cair), serta produk kurma yang difermentasi (*wine*, alkohol, cuka, dan asam organik) (Ghnimi *et al.*, 2017).

PEMBAHASAN

Klasifikasi dan Karakteristik Kurma

Tanaman kurma (Gambar 1) diduga

berasal dari daerah Palestina, Semenanjung Arab, Mesopotamia (Irak), atau daerah Maroko (Afrika bagian utara), ditemukan sekitar 4000 tahun SM. Selama tiga abad terakhir, tanaman kurma menyebar ke kawasan Asia seperti India, Pakistan, Afrika bagian selatan, Meksiko hingga Australia. Nama ilmiah *Phoenix dactylifera* berasal dari bahasa Yunani, "*Phoenix*" artinya buah merah atau ungu, dan "*dactylifera*" berasal dari kata "daktulos" berarti jari. Bentuk menjari tersebut ditunjukkan dengan percabangan tandan buah kurma (Ghnimi *et al.*, 2017).

Secara botani, buah kurma terdiri dari satu biji yang dikelilingi oleh endocarp berserat, mesokarp berdaging dan kulit buah (perikarp), dengan berat biji 10-15% dari buah utuh, tergantung kultivarnya. Kurma merupakan buah klimakterik yang memiliki laju produksi etilen rendah. Buah kurma dapat dikonsumsi pada tiga tahap kematangan yang berbeda seperti *khalal*, *ruthob*, dan *tamar* (Abdul-Hamid *et al.*, 2015).

Potensi Budi Daya Kurma di Indonesia

Sejarah perkembangan kurma di Indonesia diperkirakan dimulai pada tahun 1950-an bersamaan dengan dimulainya penyelenggaraan haji

melalui udara, dan kurma menjadi buah tangan pelaksana haji. Hingga saat ini, kebutuhan kurma di Indonesia selama beberapa bulan menjelang Ramadhan hingga setelah Idul Fitri (± 3 bulan) dipenuhi dengan impor 30 juta kg setiap tahunnya, sehingga devisa negara yang terserap untuk impor kurma sangat besar (IDPA, 2018).

Beberapa varietas kurma introduksi menunjukkan kemampuan tumbuh, berkembang, dan berbuah secara optimal di iklim tropis (Setyawati & Suswatiningsih, 2021). Kondisi ini membuka peluang untuk meneliti dan mengembangkan tanaman palma ini dengan dukungan teknologi budi daya yang efisien dan ramah lingkungan. Apabila teknologi terkait bahan tanaman, budi daya, pengolahan hasil, serta aspek sosial-ekonomi telah dikuasai, tanaman kurma berpotensi dikembangkan pada lahan kritis yang masih luas di Indonesia. Sekaligus dapat memberikan nilai tambah ekonomi yang signifikan bagi petani.

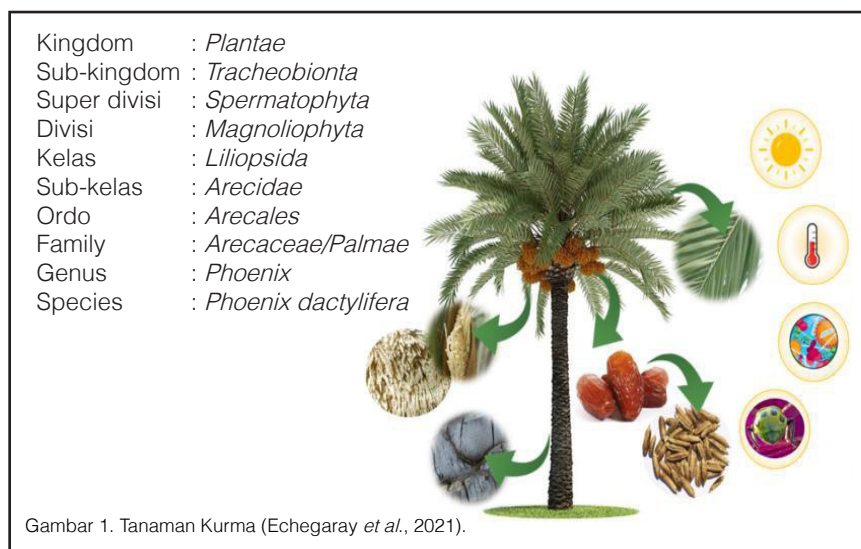
Kurma mulai ditanam dan dibudidayakan di Indonesia sejak tahun 2016. Kurma Barhee sebanyak 13 pohon yang ditanam di kebun kurma Pasuruan menghasilkan 2 ton kurma (154 kg/pohon/tahun) pada tahun 2019 (Putri & Widiyoko, 2020). Produksi kurma saat ini di Indonesia sekitar 502-1.004 ton atau 1-2% dari

total konsumsi dan menghasilkan 5-10 ton limbah biji per tahun. Menurut Pemkab Pasuruan tahun 2023, di kebun kurma Pasuruan dengan luas 6,3 ha terdapat 500 pohon kurma seluas produktivitas 100-250 kg/pohon/panen. Jika terdapat 60 pohon kurma yang berbuah dan dipanen dua kali dalam setahun, maka dihasilkan 12-30 ton/tahun.

Sebanyak 7.000 petani terdaftar di bawah Asosiasi Petani Kurma Indonesia (APKI). Kurma mulai dibudidayakan dari Aceh sampai dengan Papua, sebagai kebun penelitian, kebun industri, maupun kebun wisata. Perkebunan Kurma Barbate (Aceh) seluas 500 ha ditanami 11.000 pohon kurma, sedangkan perkebunan kurma di Sleman ditanami 5.000 pohon.

Buah kurma yang ditanam di Indonesia umumnya belum dapat mencapai matang kering di pohon (fase *tamar*) karena kelembapan dan curah hujan yang lebih tinggi serta suhu lingkungan yang lebih rendah dibandingkan negara asalnya, sehingga kurma yang umumnya hanya sampai fase *ruthob* (Fauza *et al.*, 2018). Namun, untuk mencapai fase *tamar*, dapat dilakukan pematangan artifisial seperti menggunakan *microwave* yang berpotensi menggantikan metode pengeringan konvensional dengan matahari untuk menghasilkan kurma matang kualitas unggul (Alvi *et al.*, 2023).

Faktor iklim berpengaruh terhadap fase kematangan kurma (Sebayang *et al.*, 2024). Kurma yang ditanam di Bogor dilaporkan mencapai fase *tamar* dengan adanya El-Nino pada tahun 2023. Oleh karena itu, pemerhati kurma menyarankan bahwa kondisi agroklimat di Indonesia yang cocok untuk perkebunan kurma adalah di wilayah Nusa Tenggara Timur (NTT) dan Nusa Tenggara Barat (NTB) yang memiliki iklim kering.



Perkembangan Buah Kurma

Perkembangan buah kurma terdiri dari 6 tahap (Gambar 2). Tahap perkembangan buah disebut *habbabbouk* (buah belum mulai terbentuk, tahap warna krem keputihan berkembang dalam 4 minggu setelah penyerbukan), *kimri* (mentah, warna kehijauan, tekstur keras, rasa sepat/*astringency*), *khalal* (sudah mulai dapat diproses buahnya, kekuningan atau kemerahan, rasa buah masih cenderung sepat), *bisir* (buah menjadi kuning, keunguan sampai kemerahan), *ruthob* (matang, buah melunak, manis, renyah, sudah dapat dikonsumsi, keseimbangan vitamin, sukrosa, dan karbohidrat yang seimbang), dan *tamar* (umum dikonsumsi, kering, warna coklat tua atau hitam, tekstur lembut, rasa manis tertinggi) (Al-Mssallem *et al.*, 2013; Ghnimi *et al.*, 2017). Tahap perkembangan buah kurma tersebut

berlangsung selama 150 hari mulai dari fase *habbabbouk* sampai tamar seperti terlihat pada Gambar 2.

Standar Kurma

Standar kurma segar utuh berdasarkan Codex Alimentarius CXS 143-1985 yang diamandemen tahun 2019 (Tabel 1). Standar lain untuk produk seperti pasta kurma berdasarkan CODEX STAN 314R-2013 dengan faktor kualitas yang berfokus pada keamanan kurma dan pengendalian kontaminasi pada produk kurma, seperti standar pengangkutan dan penyimpanan.

Kandungan Gizi Buah Kurma

Kandungan gizi kurma disajikan pada Tabel 2. Kandungan gizi buah kurma dibedakan berdasarkan tingkat kematangan kurma. Semakin matang kurma maka terjadi penurunan kadar air, karbohidrat,

protein, dan lemak, tetapi mengalami kenaikan pada total gula.

Komponen Bioaktif Buah Kurma

Komponen bioaktif yang ada di kurma (Tabel 3), di antaranya komponen fenolik, flavonoid, karotenoid, sterol, tanin dan antosianin. Konsentrasi dan komposisi bioaktif buah kurma dipengaruhi oleh varietas kurma, tahap panen buah, pergudangan, produksi pascapanen, dan daerah asal dari kurma.

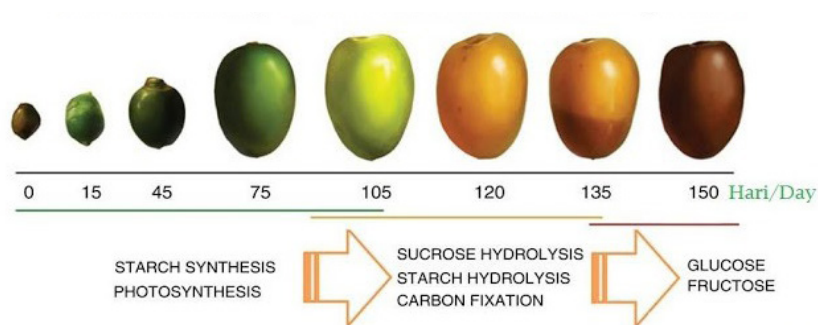
Komposisi fenolik juga berbeda dalam tahap pematangan buah kurma. Asam vanilat, asam galat, asam isovanilat, asam protokatekuat, asam hidroksibenzoat, asam klorogenat, asam ferulat, asam isoferulat, asam caffeic, asam hidroksisinamat, dan asam klorogenat adalah senyawa fenolik utama tergantung tahap kematangan yang tepat (Eid *et al.*, 2013).

Berdasarkan Tabel 3, total fenolik pada fase *kimri* 7 kali lebih tinggi daripada fase tamar, sedangkan untuk total polifenol fase *kimri* 12 kali lebih tinggi dibandingkan fase tamar. Total flavonoid mengalami penurunan dari fase awal ke akhir. Begitu juga dengan tanin yang secara signifikan mengalami penurunan 65% dari fase *kimri* ke *khalal*.

Asam daktilifrat merupakan senyawa fenolik khas penciri kurma. Senyawa ini dikenal sebagai asam dattelat atau asam 5-O-caffeolshikimat, adalah ester yang berasal dari asam kafeat dan asam shikimate. Asam daktilifrat dan isomernya adalah substrat pencoklatan enzimatis yang ditemukan pada kurma, akar, dan daun kurma.

Nilai Fungsional Buah Kurma untuk Kesehatan

Pangan fungsional dapat dikategorikan sebagai nutrasetika, yang didefinisikan sebagai makanan



Gambar 2. Tahapan Perkembangan Buah Kurma Berdasarkan Hitungan Hari (Ghnimi *et al.*, 2017).

Tabel 1. Standar Kurma Utuh menurut CODEX ALIMENTARIUS

No.	Uraian
1.	Kurma dari pohon yang sehat, dipanen pada tahap kematangan yang sesuai
2.	Disortir dan dibersihkan untuk menghilangkan buah yang cacat dan bahan asing
3.	Dapat diambil bijinya atau tidak
4.	Dapat dikeringkan atau dihidrasi untuk menyesuaikan kadar air
5.	Dapat dicuci dan/atau dipasteurisasi
6.	Dikemas dalam wadah yang sesuai untuk menjamin pengawetan dan perlindungan produk
7.	Kurma tanpa biji (jumlah kurma dalam 500 g): kecil lebih dari 100, sedang 80-100, besar kurang dari 80. Kurma dengan biji (jumlah kurma dalam 500 g), kecil lebih dari 110, sedang 90-110, besar kurang dari 90.
8.	Kadar air maksimum varietas Cane Sugar 26%, Daglat Nour 30%, varietas gula invert 30%
9.	Ukuran minimum kurma tanpa biji 4,75 g; biji kurma 4 g,
10.	Biji tidak lebih dari 2 biji atau 4 bagian biji per 100 kurma

Tabel 2. Kandungan Gizi Buah Kurma Berdasarkan Tingkat Kematangan Kurma

Nutrisi	Tingkat Kematangan Kurma (Umur Panen Kurma)			
	Kimri (1 Bulan)	Khalal (2 Bulan)	Ruthob (3 Bulan)	Tamar (4-5 Bulan)
Kadar air (g/100g) *	75-85	50-60	35-40	20-25
Nutrisi Makro (g/100 g)				
Total karbohidrat	x	x	53,08	78
Protein #	5,5-6,4	3-3,5	2,5-3	2-2,5
Lemak #	0,1-0,5	0,82	0,14 – 0,73	0,38 – 0,67
Glukosa#	3-4	8-17	23-25	23-35
Fruktosa *	2-3	6-15	20-23	21-27
Sukrosa #	0,25	x	4,03-6,5	2,80
Total gula *	3-8	18-32	40-50	44-60
Serat tidak larut #	6,25	5,90	5,89	5,76
Serat larut #	3,60	3,25	0,96	0,84
total serat #	9,83	9,15	6,85	6,6
Nutrisi Mikro				
Mineral (mg/100 g)				
Potassium (K)^	121,0-132,7	59,0-74,9	65,6	46,1-53,2
Sodium (Na)	7,0-9,7	5,9-17,4	4,6-10,9	2,5-5,4
Magnesium (Mg)	121,0-132,7	59,0-74,9	65,4-74,3	46,1-53,2
Calcium (Ca) **	38,7-142,4	48,6-75,4	74,3-76,3	36,3-37,8
Phosphor (P)	117,2-152,2	67,4-132,4	84,9-87,2	53,3-53,9
Iron (Fe)	4,2 – 8,1	1,2 – 1,5	1,0 – 1,1	0,9 – 6,8
Manganese (Mn)	x	x	0,29	0,27
Zinc (Zn)	1,0 – 1,6	0,4 – 0,5	0,7 – 0,8	0,3 – 0,4
Selenium (Se)	x	x	0,24	0,31
Copper (Cu)	0,3 – 0,4	0,2 – 0,5	0,40	0,30 – 0,90
Vitamin (mg/100 g)				
Vitamin larut air	x	x	n/a	5,79
Vitamin larut lemak	x	x	n/a	0,024

Sumber: * Shahdadi, *et al.*, (2015), #Bano, *et al.*, (2022), ^Sharma, *et al.*, (2019)

Catatan: x = belum ditemukan

atau bagian dari makanan yang memberikan manfaat kesehatan, termasuk pencegahan dan atau pengobatan suatu penyakit (Gondokesumo & Susilowati, 2021).

Manfaat kurma sangat beragam (Gambar 4), mulai dari buah yang memiliki kandungan antioksidan dan mampu meredakan stres oksidatif yang terkait dengan berbagai penyakit. Serat makanan dan ekstrak polifenol kurma berpotensi sebagai pengganti serat sintetis dan antioksidan dalam industri farmasi dan nutrasetikal.

Senyawa polifenol yang beragam dalam kurma membuatnya unik jika dibandingkan dengan buah lainnya. Senyawa fenolik ini dapat

berupa bentuk bebas maupun terikat dan berkontribusi dalam pangan fungsional maupun bahan nutrasetikal.

Zat gizi mikro seperti vitamin dan mineral yang terdapat pada buah kurma berkontribusi terhadap aktivasi mekanisme pertahanan antioksidan secara endoge, sedangkan mineral dalam daging dan biji kurma (magnesium, seng, tembaga, kalium, dan selenium) bertindak sebagai kofaktor enzim untuk meningkatkan aktivitas antioksidan (Gondokesumo & Susilowati, 2021). Antioksidan tersebut tentunya dapat mengikat zat toksik dan radikal bebas, sehingga mampu mencegah peroksidasi lipid (Bagherzadeh, 2020). Kandungan

bioaktif dalam kurma berpotensi menjaga daya tahan tubuh.

PENUTUP

Kurma merupakan buah dengan potensi gizi dan kandungan senyawa bioaktif yang signifikan, yang komposisinya berubah seiring tahapan kematangan. Fase *kimri* diketahui kaya senyawa fenolik dan flavonoid, sedangkan fase tamar memiliki kandungan gula dan nilai energi tertinggi. Keberadaan asam fenolik, flavonoid, karotenoid, fitosterol, dan tanin memberikan kontribusi terhadap berbagai aktivitas biologis, seperti antioksidan, antihiperlipidemik, antihiperlipidemik, antiinflamasi, dan antikanker, yang menegaskan peran kurma sebagai bahan pangan fungsional alami.

Dalam konteks Indonesia, pengembangan budi daya kurma memiliki prospek yang menjanjikan meskipun dihadapkan pada keterbatasan agroklimat yang menyebabkan buah kurma umumnya hanya mencapai fase *ruthob*. Namun, bukti kemampuan adaptasi lingkungan dan teknologi pengembangan pascapanen di beberapa wilayah akan membuka peluang untuk menghasilkan kurma fase tamar dengan mutu yang sesuai standar.

Integrasi teknologi budi daya, pemilihan varietas adaptif, pengelolaan pascapanen, serta pengembangan sistem agribisnis berbasis lahan kering tropis menjadi langkah strategis untuk meningkatkan nilai tambah komoditas ini.

Secara keseluruhan, kurma tidak hanya berperan sebagai sumber nutrisi dan senyawa bioaktif, tetapi juga memiliki potensi ekonomi dan kesehatan yang besar. Dengan pendekatan ilmiah, standarisasi mutu, dan inovasi pengolahan, kurma berpotensi menjadi komoditas unggulan dalam pengembangan pangan fungsional di Indonesia.

Tabel 3. Komponen Bioaktif Daging Buah Kurma

Nama komponen bioaktif	Komponen Fenolik	Komposisi mg/100 g Berat Kering pada fase panen			
		Kimri (1 Bulan)	Khalal (2 Bulan)	Ruthob (3 Bulan)	Tamar (4-5 Bulan)
(+)-Katekin	Polifenol-Flavonoid	*	*	*	14,67
(-)-Epikatekin	Polifenol-Flavonoid	*	*	*	9,15
Rosmarinic Acid		*	*	*	3,73
Total polifenol		250-300	120-180	20-40	18-30
Quersetin (Kurma: Deglet Nour)	Polifenol-Flavonoid	*	*	*	1-1,5
Rutin (Kurma: Deglet Nour)	Polifenol-Flavonoid	*	*	*	1,08
Isoquersetin (Kurma: Deglet Nour)	Polifenol-Flavonoid	*	*	*	1,62
Apigenin	Polifenol-Flavonoid	*	0,3-0,8	*	0,2-0,3
Luteolin (Kurma: Deglet Nour)	Polifenol-Flavonoid	*		*	0,05
Antosianin (Petunidin)	Polifenol-Flavonoid	*	31,0	2,0	1,0
Hesperidin	Polifenol-Flavonoid	*	3-5	*	*
Total flavonoid (mg QE/100g) Barhee		6-10	2-5	<2	<1,5
Asam Galat	Asam fenolik	15-22	18-21	13-16	12-14
Asam p-Kumarik	Asam fenolik	*	1,52	*	3,09
Asam Protokatekuat	Asam fenolik	*	*	10-13	1-3
Asam Siringat	Asam fenolik	*	3,19	*	0,82
Asam Klorogenat	Asam fenolik	*	0,71	*	0,18
Asam Vanilat	Asam fenolik	*	7-9	*	0,43
Asam Kafeat/ Asam Daktilifrat	Asam fenolik	*	3,56	*	0,83
Total fenolik (mg GAE/g) kurma Barhee		19,7	1,88	0,86	0,59

Tabel 4. Bagian Kurma Serta Manfaatnya

Bagian kurma	Farmakologi properti	Temuan Utama
Buah	Antihiperlipidemik	Menurunkan total kolesterol, LDL kolesterol, menurunkan level trigliserida
	Antihiperglikemik	Menghambat α -amilase dan α -glukosidase, menurunkan level serum glukosa
	Antikanker	Anti-tumor, mengurangi insiden kanker payudara, mengurangi ukuran dan berat tumor.
	Antiinflamasi	Mengurangi proinflamasi sitokin dalam menghambat tumor nekrosis faktor alfa (TNF-).
Biji		Menurunkan infiltrasi dari sel inflamatori, mengurangi edema telinga dan kaki
	Antihiperlipidemik	Menurunkan total LDL kolesterol, mengurangi tingkat trigliserida, meningkatkan kolesterol HDL
	Antihiperglikemik	Menurunkan level glukosa darah, meningkatkan kontrol glikemik, meningkatkan kadar status insulin
Polen	Antiinflamasi	Melemahkan mediator inflamasi, menghambat edema telinga dan kaki
	Antiinflamasi	Menurunkan pro-inflamasi sitokin, meningkatkan jumlah sitokin dan motilitas.
	Kesuburan	Meningkatkan morfologi sperma, meningkatkan kadar estradiol, meningkatkan hormon seksual, meningkatkan sekunder dan jumlah folikel antral
Daun	Antihiperlipidemik	Menurunkan total dan kolesterol LDL, menurunkan level TG (kadar trigliserida)

Sumber: Tassoult *et al.* (2021)

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul-Hamid, N. A., Abas, F., Ismail, I. S., Shaari, K., Lajis, N. H.(2015). Influence of different drying treatments and extraction solvents on the metabolite profile and nitric oxide inhibitory activity of Ajwa dates. *J Food Sci*, 80(11),H2603–H2611.
- Al-Mssallem, I. S., Hu, S., Zhang, X., Lin, Q., Liu, W., Tan, J., Yu, X., Liu, J., Pan, L., Zhang, T.(2013). Genome sequence of the date palm *Phoenix dactylifera* L. *Nat Commun*. 4,1–7.
- Anand, D. A. V., Arulmoli, R., Parasuraman, S.(2016). Overviews of biological importance of quercetin: A bioactive flavonoid. *Pharmacogn Rev*. 10(20), 84–89
- Alvi, T., Khan, M. K. I., Maan, A. A., Shahid, M., Sablani, S.(2023). Microwaves as sustainable approach

- for artificial ripening of date fruit cv. Khupra to reduce fruit waste. *Food Bioscience*, 55, 102992.
- Bagherzadeh, A., Elmi, A., Zargarani A., Mirghafourvand, M., Fazljou, S., Araj-Khodaei, M., Navid, R.B. (2020). Complementary Therapies in Medicine Clinical effects of date palm (*Phoenix dactylifera* L.): A systematic review on clinical trials', Complementary Therapies in Medicine. *Elsevier*, 51(May), p. 102429.
- BPS. (2022). *Data Ekspor Impor - Badan Pusat Statistik Indonesia*. Diakses: 12 Maret 2026. [Online].
- Bano, Y., Rakha, A., Khan, M. I., Asgher, M. (2022). Chemical composition and antioxidant activity of date (*Phoenix dactylifera* L.) varieties at various maturity stages. *Food Sci Technol*, 42(2), 1–11.
- Benmeddour, Z., Mehinagic, E., Le Meurly, D., Louaileche, H.(2013). Phenolic composition and antioxidant capacities of ten Algerian date (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars: a comparative study. *J. Funct. Foods*, 5, 346–354.
- Codex. (2019). *Codex Alimentarius (International Food Standards) Standard for Dates CXS 143-1985 Adopted in 1985 and Amended in 2019*. Report No.:CXS 143-1985.
- Djaoudene, O., Mansinhos, I., Gonçalves, S., Jara-Palacios, M. J., Bachir bey, M., Romano, A.(2021). Phenolic profile, antioxidant activity and enzyme inhibitory capacities of fruit and seed extracts from different Algerian cultivars of date (*Phoenix dactylifera* L.) were affected by in vitro simulated gastrointestinal digestion. *South African J Bot*, 137(2), 133–148.
- Echegaray, N., Pateiro, M., Muneke, P. E. S., Lorenzo, J. M., Chabani, Z., Farag, M. A., Domínguez, R.(2021). Measurement of antioxidant capacity of meat and meat products: Methods and applications. *Molecules*, 26(13):1–21.
- FAO. (2020). *Indonesia Masuk Daftar Negara Pengimpor Kurma Terbesar*.
- Fauza, R., Zakiah, Kasimin, S., 2018. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah Volume 1, Nomor 1, November 2016 www.jim.unsyiah.ac.id/JFP. *J Ilm Mhs Pertan Unsyiah*. 3(2), 217–229.
- Ghnimi, S., Umer, S., Karim, A., Kamal-Eldin, A.(2017). Date fruit (*Phoenix dactylifera*L.): An underutilized food seeking industrial valorization. *NFS J*. 6(1),1–10.
- Gondokesumo, M. E., Susilowati, R. W. (2021). Artikel review: Potensi kurma sebagai sumber nutrasetikal dan pangan fungsional. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 13(2), 216–231.
- Hamad, I., Abdelgawad, H., Al Jaouni, S., Zinta, G., Asard, H., Hassan, S., Hegab, M., Hagagy, N., Selim, S.(2015). Metabolic analysis of various date palm fruit (*Phoenix dactylifera* L.) cultivars from Saudi Arabia to assess their nutritional quality. *Molecules*. 20(8),13620–13641.
- Hinkaew, J., Aursalong, A., Sahasakul, Y., Tangsuphoom, N., Suttisansanee, U.(2021). A comparison of the nutritional and biochemical quality of date palm fruits obtained using different planting techniques. *Molecules*. 26(8),1–19.
- IDPA. 2018. GoNews - IDPA Gelar Seminar Internasional Budidaya Kurma, Riau Berpotensi Menjadi Pusat Pengembangan Kurma.
- Putri, H., Widiyoko, G.(2020). Perlakuan akuntansi produk agrikultur dan tanaman produktif berdasarkan PSAK 69 dan PSAK 16. *J Ilm Mhs FEB*. 8(3), 1–11
- Setyawati ER, Suswatiningsih TE. 2021. Uji coba budidaya beberapa varietas kurma (*Phoenix dactylifera* L) dan macam pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan analisis ekonominya di pre nursery. *J Pertan Agros*. 23(2):334–346
- Sebayang, N. U. W., Pratama, F., Lubis, N.(2024). Physicochemical characteristics of Inceptisol in highland date palm (*Phoenix dactylifera* L.) Tiganderket District, Karo Regency after application of snake fruit waste compost. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1417, 012040.
- Sharma, G., Sharma, V., Mishra, T.(2019). A systematic review of the characteristics, phytonutritive, and therapeutic potential of the date palm fruit (*Phoenix dactylifera*). *Biotechnologia*. 100(2),121–131.
- Shahdadi F, Mirzaei HO, Daraei Garmakhany A. (2015). Study of phenolic compound and antioxidant activity of date fruit as a function of ripening stages and drying process. *Journal of Food Science and Technology*. 52(3),1814–1819.
- Tassoult, M., Kati, D. E., Fernández-Prior, M. Á., Bermúdez-Oria, A., Fernandez-Bolanos, J., Rodríguez-Gutiérrez, G.(2021). Antioxidant capacity and phenolic and sugar profiles of date fruits extracts from six different algerian cultivars as influenced by ripening stages and extraction systems. *Foods*. 10(3),1–16.

Sustainable Clove Development Strategies in Pemalang, Central Java

Tri Wahyu Cahyono¹ and Ranny Mutiara Chaidirsyah²

¹Politeknik Pembangunan Pertanian Bogor

²Rural Advisory Services for Southeast Asia (RASSEA)

Jl. Surialaga No.1 Pasiraja, Kota Bogor, 16119, Indonesia

Email: tri.cahyono@pertanian.go.id

ABSTRACT

Cultivating cloves (*Syzygium aromaticum*) shows great potential as an additional income source for farmers in Pemalang. However, farmers face several challenges that hinder productivity and long-term sustainability. To address these issues, a study was conducted to identify the main challenges in clove farming and analyze their effects on agricultural productivity and sustainability using a SWOT analysis. The research used a qualitative approach, with data collected through Focus Group Discussions (FGD), observations, and in-depth interviews from July to September 2024. The findings highlighted weaknesses in technology adoption, threats from pests, and opportunities for market diversification and institutional strengthening as key challenges. Improving productivity and sustainability involves increasing knowledge and technology through training, investing in infrastructure, diversifying products, and establishing long-term contracts to manage risks. These strategies aim to boost clove development in Pemalang, enhance farmers' welfare, and improve competitiveness in the global market.

INTRODUCTION

Agriculture, particularly clove cultivation (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr & Perr.), offers numerous employment opportunities for local residents and plays a pivotal role in the economy, society, and environment. Cloves play a significant role in the regional economy, particularly in areas suitable for cultivating this plant. They are a valuable agricultural commodity, providing local farmers with a substantial source of income that improves their living standards. Nonetheless, farmers encounter various challenges that impede productivity and sustainability (Haryana et al., 2021). Without effective solutions, these challenges can adversely affect farmers' incomes, the quality of life of local communities, and regional economic stability. Therefore, a comprehensive analysis is essential to identify

and comprehend these challenges and devise effective strategies to enhance the productivity and sustainability of clove farming in Pemalang.

In Indonesia, clove is widely used as the main ingredient in kretek cigarettes, one of cigarette type made by combining tobacco, cloves, and various other flavors (Sihotang et al., 2018). Additionally, cloves are used as raw materials in various industries, including food, beverage, cosmetics, and pharmaceuticals, promoting the growth of local industries that rely on cloves as a key ingredient (Nurhayati et al., 2018). Clove cultivation also helps diversify the regional economy, reducing reliance on a single crop or economic sector.

The global clove market is dominated by Indonesia and Madagascar, which control over 40% of the market share (Zuhdi

& Rambe, 2021). To enhance the competitiveness of Indonesian clove exports, it is important to focus on increasing domestic clove productivity (Hasibuan & Novianti, 2022). Fluctuations in global clove prices directly impact farmers' incomes and the regional economy. Although agricultural sector exports grew during the Covid-19 pandemic in 2020, the plantation sector experienced a decline in early 2021 due to disruptions in the distribution system locally, domestically, and internationally. This disruption led to a decline in clove prices (Wahdiana et al., 2023).

Clove cultivation encounters several challenges that can impact productivity and sustainability. Clove plants are vulnerable to pests and diseases, including bacterial wilt and borer attacks (Kulendeng et al., 2023), which can cause significant damage and reduce productivity



Figure 1. Observation, Interviews, and FGD

(Patty, 2023). The availability of high-quality clove seedlings is often an issue, as unhealthy or non-superior seedlings can result in poor growth and low yields. Many clove farmers still rely on traditional cultivation methods due to limited access to modern technology such as tissue culture for propagating superior seedlings, the application of the plant growth regulator Paclobutrazol, NPK fertilizer based on recommendations, digital extension media, and knowledge of good agricultural practices (Setiyowati et al., 2022). Additionally, clove prices in the market are often unstable, influenced by factors such as global production, market demand, and speculation, which can impact farmers' income and economic stability. Farmers also encounter challenges in accessing wider markets and obtaining fair prices for their produce (Laman & Mudatsir, 2022; Yakup et al., 2023). Infrastructure limitations, such as poor roads and lack of storage facilities, can also pose barriers.

The annual productivity of clove plants varies due to plant genetics and climate factors. When plants are not properly cared for, especially when prices are low, many clove trees become old, damaged, and have low productivity. Clove farmer institutions are still weak, both in terms of marketing and pest control. The large number of plants attacked by pests causes production and productivity to decline, leading to

a decrease in farmers' incomes (Sujianto et al., 2023).

The main objective of this study is to identify the primary challenges and create effective strategies for developing clove cultivation in Pemalang. The study will focus on conducting a SWOT analysis to address these challenges. The ultimate goal of this study is to offer practical and strategic recommendations to stakeholders, including farmers, local governments, and industry players, to improve clove productivity, sustainability, and competitiveness.

RESULT AND DISCUSSION

We conducted interviews with 15 respondents: 5 clove farmers, 5

agricultural extension workers, 2 village officials/farmer groups, and 3 officials from the District Agriculture Office. Field observations were conducted in clove fields owned by 5 farmers, and FGD with various stakeholders to understand the challenges and strategies for developing clove commodities (Figure 2). The results of these discussions are expected to form the basis for formulating policies that support increasing clove productivity and competitiveness in the related areas.

In the process of SWOT identification, internal and external factors that impact the sector under study are assessed. Identifying challenges and strategies for the development of clove in Pemalang

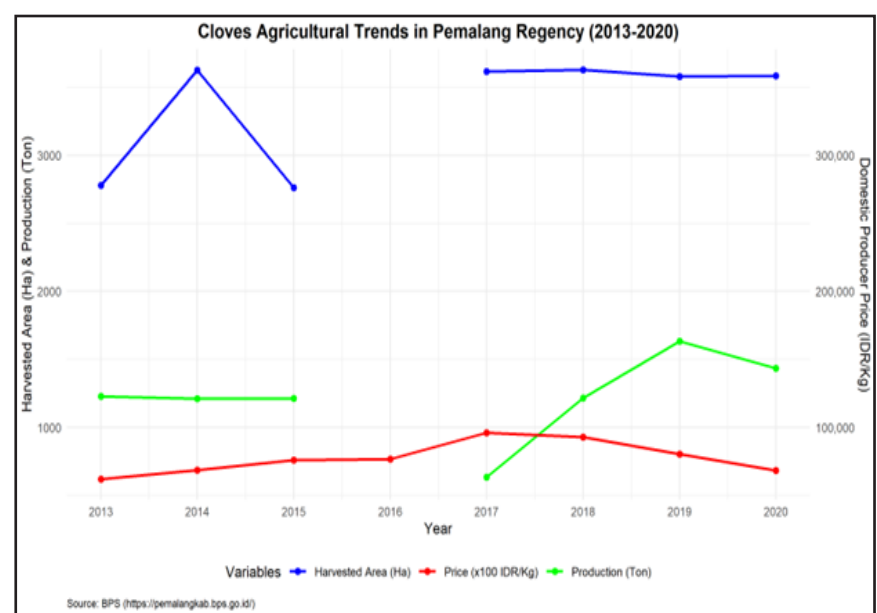


Figure 2. Harvested Area, Production, and Producer Price of Cloves in Pemalang Regency (2013–2020)
Note: Data for Harvested Area and Production in 2016 are not available (n.a.).

involves evaluating internal strengths and weaknesses, as well as external opportunities and threats. The resulting analysis provides a comprehensive view of the strategic position of clove commodities, serving as a foundation for devising the most suitable strategy to leverage existing potential while tackling the encountered challenges.

The figure (Figure 2) illustrates the temporal dynamics of clove cultivation in Pemalang Regency from 2013 to 2020. The harvested area exhibited fluctuations, notably declining in 2015, before achieving relative stability from 2017 onwards. In contrast, production trends demonstrated higher volatility, marked by a significant contraction in 2017, followed by a recovery in subsequent years. Regarding the market valuation, the producer price of cloves in Indonesia recorded an average annual growth rate of 5.21% between 2013 and 2020. Prices ranged from IDR 61,897 per kg in 2013 to IDR 68,443 per kg in 2020, peaking at IDR 95,996 per kg in 2017. Throughout this period, the average price at the producer level was recorded at IDR 77,560 per kg (Pusdatin Kementan, 2023). These price fluctuations are a critical determinant of production stability. Sharp declines in market prices can disincentivize farmers, potentially leading to suboptimal plant maintenance or a reduction in harvested area, which in turn diminishes yields. Conversely, a stable or gradually increasing price trend creates a favorable environment that supports consistent production capacity.

Challenges

One of the most pressing challenges in our area is the outbreak of clove disease, which is causing many plants to wither and cannot be revitalized. As a result, cloves, once

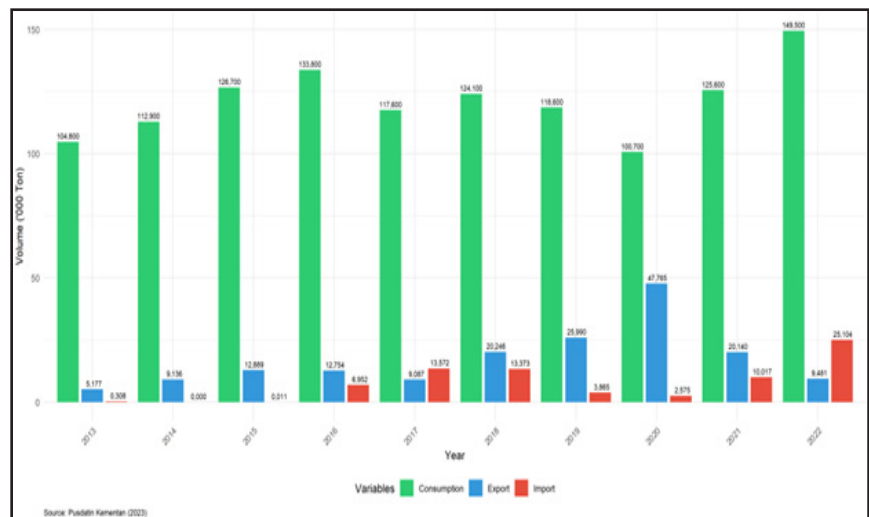


Figure 3. Consumption, Export, and Import of Cloves in Indonesia (2013–2022)

Sources: Pusdatin Kementan (2023)

a prized commodity, are now being supplanted by other crops such as pineapple. A local extension worker from Pulosari District remarked, "The inability to determine the cause of death in 2-3 year old clove plants is a major issue in our region." The recurring deaths of clove seedlings in the rejuvenation program remain an unsolved problem, leading to financial losses for farmers and waning interest in continuing cultivation. The demise of these seedlings suggests potential disease, nutritional deficiencies, or unidentified issues. The lack of clear information regarding the cause of seedling death complicates the ability of farmers to implement effective preventive and corrective measures.

A clove farmer in Belik District explained, "A drop in clove prices reduces our motivation to maintain and expand clove cultivation. Conversely, when prices improve, our interest increases. Currently, the price of wet cloves at the farmer level ranges from IDR 22,000 to IDR 35,000 per kilogram, while the price of dry cloves in the market can reach IDR 70,000 to IDR 120,000 per kilogram." These fluctuations create income instability for farmers and influence their decisions regarding plant maintenance.

Overall, these challenges require a comprehensive approach and further research to pinpoint the exact causes and find effective solutions to enhance the sustainability and productivity of clove cultivation in Pemalang.

Potential and Opportunities

Farmers in Pemalang are expressing interest in expanding and increasing clove cultivation. This desire reflects the potential for enhanced clove production, particularly due to the straightforward care requirements and relatively low costs associated with clove plants. An Agriculture Service officer explained, "Considering an average land ownership of around 0.3 hectares, or approximately 30 clove trees per farmer, there is still ample opportunity to expand cultivated land and capitalize on the potential for increased production."

The straightforward care of clove plants and reliance on rainwater irrigation make clove cultivation an appealing choice for farmers. The profits earned from each harvest provide an additional incentive to continue and expand clove farming, as the harvest can generate a stable income. Clove fields can be intercropped with other crops such

as bananas, corn, and pineapples, allowing farmers to maximize land use and increase economic output from a single area. Intercropping can also aid in risk management and help maintain soil fertility.

The stable and growing demand for cloves presents an attractive business opportunity. The expanding market potential for processed products, such as cigarettes, creates opportunities for farmers and producers to grow their businesses.

Figure 3 illustrates the dynamics of cloves trade and consumption in Indonesia from 2013 to 2022. Domestic consumption exhibited an overall upward trajectory despite periodic fluctuations, growing

from 104,825 tons in 2013 to a peak of 149,578 tons in 2022. This surge in 2022 signals a robust recovery in demand, driven largely by the expansion of the clove-based cigarette (kretek) and food processing industries. Conversely, a sharp contraction occurred in 2020, where consumption plummeted to 100,794 tons. This decline is attributed to the economic slowdown caused by the COVID-19 pandemic, although the market demonstrated resilience by rebounding to 125,630 tons in the subsequent year.

The trade balance (exports and imports) shows a strong inverse relationship with domestic consumption. In 2020, when

domestic consumption was at its lowest, exports surged to a record high of 47,765 tons, suggesting that surplus production was diverted to the international market. However, by 2022, as domestic consumption peaked, exports contracted significantly to 9,481 tons, and imports rose to their highest level of 25,104 tons. This pattern indicates that while Indonesia is a major producer, the domestic market prioritizes local demand; when local industries require more raw materials, exports are restricted, and imports are utilized to bridge the supply gap.

A farmer who is also a clove trader explained, *"Historically, cloves from Pemalang have been distributed to areas such as Purwakarta and Purbalingga before reaching cigarette factories or other industries. With further business development and investment in storage infrastructure, such as warehouses, we can capitalize on increasing demand more effectively."* This infrastructure development can aid in stock management, preserving product quality, and enhancing competitiveness in the market. By harnessing this potential and addressing current challenges, clove development in Pemalang has the potential to yield significant economic benefits, while also contributing to the welfare of farmers and the overall growth of the region.

Strengths

In Pemalang, many farmers have extensive experience in clove cultivation, with some plants being more than 20 years old. This experience reflects a deep knowledge of successful clove cultivation practices. One extension worker in Pemalang explained, "There is a term 'Clove Hajj' among farmers, indicating that cloves have become a significant and

Table 1. SWOT Analysis of Clove Cultivation in Pemalang

Strengths (S)	Weaknesses (W)
Farmers in Pemalang have extensive experience and in-depth knowledge in clove cultivation passed down from generation to generation, with some plants being more than 30 years old.	Many farmers have limited knowledge of good clove cultivation practices and latest technologies, affecting productivity.
Cloves have become an important source of income for farmers, as evidenced by the term "Clove Hajj" which indicates the significant profits from this cultivation.	Inadequate maintenance and lack of anticipation of pests and diseases result in crop losses and reduced efficiency.
Clove fields can be intercropped with other crops such as bananas, corn, and pineapples, increasing land use efficiency and income diversification.	Farmers often use conventional methods and do not have strong farmer groups, limiting the ability to adapt to change and innovation.
Stable and increasing demand for cloves provides promising business opportunities.	Limited adoption of new technologies hampers increased productivity and efficiency of clove cultivation.
Opportunities (O)	Threats (T)
The increasing demand for cloves in the market, both for domestic consumption and export, opens up opportunities for business expansion.	Significant fluctuations in clove prices can affect farmers' income and create uncertainty in cultivation efforts.
Investment in storage infrastructure, such as warehouses, can help in managing stock and increasing selling prices.	Climate change and extreme weather can affect plant growth and cause damage to crop yields.
Application of modern technology in clove cultivation can increase efficiency, productivity, and crop management.	Increasing pest and disease attacks can reduce clove harvests and quality.
Support from the government in the form of policies, training and financing can increase farmer capacity and business sustainability.	The uncertainty of the cause of clove seedling death adds to the difficulty in management and reduces production yields.

stable source of income. Cloves make a significant contribution to household income, enabling many farmers to afford the hajj pilgrimage from the profits of clove cultivation. The long experience of farmers shows their ability to adapt to local conditions and previous experience in managing clove plants, which can be a strength in facing changes and challenges.

Weaknesses

The Agriculture Service Officer explained *"The main weakness is the lack of knowledge among farmers about good clove cultivation practices and the latest technology. Lack of understanding about proper care and prevention of pests and diseases can reduce crop productivity and quality. Having an integrated pest and disease management field school greatly helps farmers increase production. Lack of adequate care and inability to anticipate pests and diseases*

can cause losses in crop yields and reduce production efficiency."

An agricultural extension worker in Watukumpul District stated, *"Clove farmers in Pemalang often rely on traditional management methods without the support of robust farmer organizations or groups. Where farmer groups are present, they are often led by senior farmers who may be less receptive to adopting new technologies and innovations."* This situation impedes the growth of clove businesses on a larger scale and diminishes the potential for improved efficiency and productivity. Limitations in clove cultivation due to the lack of adoption of new technologies and innovations can hinder farmers' ability to increase productivity and effectively manage crops.

SWOT Analysis

From the results of FGD, observations, and interviews conducted, the SWOT analysis for clove development in

Pemalang can be detailed in Table 1.

The SWOT analysis aids in developing effective strategies to address weaknesses, leverage strengths, seize opportunities, and mitigate threats in the advancement of clove cultivation in Pemalang. By identifying the clove SWOT in Pemalang, strategies can be organized in a SWOT matrix, as illustrated in Table 2. The table presents a comprehensive strategic framework for clove development, organized into four strategy types.

Implementing strategies to strengthen and capitalize on pportunities (SO) involves increasing production capacity, improving land management, and diversifying products and markets. To boost production capacity, it's crucial to provide training and education programs for farmers on modern cultivation practices and the latest technology to enhance their knowledge and skills. Education is also vital for implementing intercropping methods and efficient

Table 2. Clove Development Strategy Based on SWOT ResultsCultivation in Pemalang

Strategy Type	Focus Area	Key Activities
SO Strategy (Strengths - Opportunities)	a. Increasing Production Capacity and Land Management	• Training and Education Programs • Investment in Storage Infrastructure
	b. Clove Cluster Growth	• Product Innovation • New Market Exploration
WO Strategy (Weaknesses - Opportunities)	a. Increased Knowledge and Technology Adoption	• Implementation of Modern Technology • Replanting using superior seeds • Government and Institutional Support • Facilitate access to business financing
	b. Strengthening Organization and Management	• Formation of Strong Farmer Groups/Commodity-based Business Institutions • A More Modern Managerial Approach
ST Strategy (Strengths - Threats)	a. Weather and Disease Risk Management	• Risk Diversification • Pest and Disease Monitoring System
	b. Price and Market Stabilization	• Long Term Contract • Supply Chain Development • Development of pricing mechanisms
WT Strategy (Weaknesses - Threats)	a. Plant Care and Quality Management	• Improvement of Plant Care Practices • Agricultural Extension and Technical Support
	b. Research and Development	• Research into the Causes of Seedling Death • Innovation and Standardization in Cultivation

land management to maximize land potential (Ainun et al., 2022; Setiyowati et al., 2022). Furthermore, investing in storage infrastructure is necessary to manage stock and maintain clove quality, while meeting the rising market demand. In terms of product diversification, innovation can be achieved by developing derivative products from cloves, expanding the market, and adding value, such as creating processed products for the food or pharmaceutical industry (Budi et al., 2018). It is also essential to explore new markets, both domestically and internationally, to increase export opportunities and accommodate the growing clove production (Hasibuan & Novianti, 2022; Wahdiana et al., 2023).

To address weaknesses and leverage opportunities (WO) in the clove industry, it is essential to enhance knowledge and embrace technology. The adoption of modern technology in clove cultivation, including technology-based pest monitoring and management systems, is crucial for increasing productivity and efficiency (Umar & Yuliady, 2023). Furthermore, government and related institutions can provide support programs to facilitate farmers' access to technology, training, and financing. It is crucial to enhance organizational and management capabilities to improve competitiveness. Establishing robust farmer groups with proactive leadership in embracing technology and innovation is a pivotal step in fostering collective farming enterprises (Goansu et al., 2019). Providing training for farmer group leaders to effectively manage and develop their businesses is essential. Furthermore, introducing a more modern and efficient managerial approach is necessary to elevate the scale and performance of farmer groups in the long run.

Strategies to capitalize on strengths to overcome threats (ST) in the clove industry involve managing weather and disease risks, as well as stabilizing prices and markets. To effectively manage risks, it is crucial to diversify clove cultivation practices to mitigate the impact of climate change. This can be achieved by using clove varieties that are more resistant to extreme weather conditions. Additionally, the establishment of a monitoring system and rapid response to pests and diseases is essential to safeguard crops from potential damage that could jeopardize production (Luanmasa et al., 2023; Nanja & Kamaruddin, 2023; Triatmoko et al., 2022).

To ensure price and market stability, it is advisable to establish long-term contracts with buyers to secure selling prices and mitigate the impact of clove price fluctuations. Furthermore, enhancing supply chain efficiency from the production stage to marketing can lead to reduced operational costs, ultimately boosting price competitiveness in the market (Yakup et al., 2023).

Strategies to address weaknesses and threats (WT) in the clove industry involve prioritizing plant care, quality management, and research and development. Enhancing plant care guidelines and procedures is crucial to reducing seedling mortality and promoting overall plant health. Ongoing extension services and technical support should be provided to farmers to help them effectively manage plant care issues (Patty, 2023).

To effectively address the challenges, it is imperative to prioritize research and development. A comprehensive research effort is essential to identify the causes of seedling mortality and to devise effective solutions. Additionally, it is vital to promote innovative clove cultivation practices through

experimentation and research in order to discover more efficient methods to overcome the challenges and substantially increase production yields. Implementing these strategies will enable farmers in the Pemalang area to optimize their existing potential, mitigate weaknesses, and proactively address threats, thereby enhancing the sustainability and productivity of clove cultivation

CONCLUSION AND RECOMMENDATION

To address the identified challenges and unlock the potential of the clove sector in Pemalang, several strategic interventions are proposed. Primarily, emphasis should be placed on enhancing human capital and technology adoption through training programs focused on modern cultivation techniques and integrated pest and disease management. Concurrently, investment in storage infrastructure and the institutional strengthening of farmer groups are essential to improve supply chain efficiency and professionalism. In terms of market development, diversifying clove derivatives for the food and pharmaceutical industries, alongside pursuing export opportunities, can significantly broaden market access and enhance added value. Furthermore, to mitigate risks and price volatility, establishing long-term contracts with buyers and implementing climate-adaptive cultivation practices are highly recommended. Supporting this, continuous research to identify the causes of seedling mortality and foster innovation will ensure long-term business sustainability.

However, as this research did not employ a quantitative weighting method to rank the urgency of each intervention, these strategies are presented as a comprehensive set of options. Consequently, further

analysis is required to determine the specific hierarchy and prioritization of these strategies to guide effective policy implementation in the future. By addressing these areas, the objective of optimizing clove development in Pemalang can be achieved.

REFERENCES

- Ainun., Natsir, M., & Mudatsir, R.(2022). Perilaku Tunda Jual Petani Cengkeh Terhadap Perubahan Harga di Desa Tibussan Kecamatan Latimojong Kabupaten Luwu. *Jurnal Agribisnis Unisi*, 11(2).
- Budi, V., Sihotang, L., Yang, G., Chi, X., & Huang, L.(2018). The Ethnobotanical Survey of Clove, Pepper, and Nutmeg and Their Utilization by Chinese and Indonesian People. *Journal of Tropical Biology and Conservation*, 15,15–27.
- Goansu, G., Mustakim, M., & Idrus, S. H. I.(2019). Manajemen Usahatani Cengkeh di Desa Balohang Kecamatan Lede Kabupaten Pulau Taliabu Provinsi Maluku Utara. *Business UHO: Jurnal Administrasi Bisnis*, 4(2).
- Haryana, S., Usman, M., Fajri, & Kasimin, S.(2021). The strategy to improve Indonesian clove production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 644(1), 1-8.
- Hasibuan, A. I., & Novianti, T.(2022). Analisis Faktor-Faktor yang Memengaruhi Ekspor Cengkih Indonesia ke Negara Tujuan Ekspor Cengkih Utama. *JURNAL MANAJEMEN AGRIBISNIS (Journal of Agribusiness Management)*, 10(2), 762-772.
- Kulendeng, J., Basir, M., & Asrul, A.(2023). Kerusakan Pohon Cengkeh Akibat Serangan Hama Penggerek Batang (*Nothopeus hemipterus*) di Kecamatan Peling Tengah Kabupaten Banggai Kepulauan. *Mitra Sains*, 9(2), 71-79.
- Laman, A., & Mudatsir, R.(2022). Perilaku Tunda Jual Petani Cengkeh Terhadap Perubahan Harga di Desa Tibussan Kecamatan Latimojong Kabupaten Luwu. *JURNAL AGRIBISNIS*, 11(2), 13-18.
- Luanmasa, S. P., Leatemia, J. A., & Uruilal, C.(2023). Intensitas Kerusakan Tanaman Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Akibat Serangan Hama dan Penyakit di Negeri Hitu Lama, Kecamatan Leihitu Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Agrosilvopasture-Tech*, 2(2), 412–420
- Nanja, M., & Kamaruddin, A.(2023). Sistem Cerdas Diagnosa Organisme Pengganggu Tanaman Cengkeh Menggunakan Metode Bayes. *Jurnal Restikom : Riset Teknik Informatika Dan Komputer*, 5(3), 446–458.
- Nurhayati, E., Hartoyo, S., & Mulatsih, S.(2018). Analisis Pengembangan Ekspor Cengkeh Indonesia. *JURNAL EKONOMI DAN KEBIJAKAN PEMBANGUNAN*, 7(1).
- Patty, J. A.(2023). Pengenalan Hama Penyakit Utama Tanaman Pala dan Cengkeh Serta Teknik Pengendaliannya di Desa Morekau, Kecamatan Seram Barat, Kabupaten Seram Bagian Barat. *JURNAL HIRONO*, 3(1), 38-44.
- Pusdatin Kementan. (2023). *Outlook Komoditas Pertanian Cengkeh 2023*. https://satudata.pertanian.go.id/assets/docs/publikasi/OUTLOOK_CENGKEH_TAHUN_2023.pdf
- Setiyowati, T., Fatchiya, A., & Amanah, S.(2022). Pengaruh Karakteristik Petani terhadap Pengetahuan Inovasi Budidaya Cengkeh di Kabupaten Halmahera Timur. *Jurnal Penyuluhan*, 18(02).
- Sihotang, V. B. L., Yang, G., Chi, X., & Huang, L.(2018). Ethnobotanical Survey of Clove, Pepper, and Nutmeg and Their Utilization by Chinese and Indonesian People. *Journal of Tropical Biology & Conservation (JTBC)*, 15(2018), 15-27.
- Sujianto, Ermianti, & Wahyudi, A.(2023). Economic Feasibility of Certified Seed Business Performance for Supporting a Sustainable Clove Production: An Analysis of High-Production Block of Zanzibar Variety. *BIO Web of Conferences*, 69,1-13.
- Triatmoko, N., Paranita, K., Riyanti, K., & Febrinita, F.(2022). Diagnosa Penyakit Dan Hama Pada Tanaman Cengkeh Dengan Metode Certainty Factor (Studi Kasus Kantor Kebun Branggah Banaran). *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, 6(2).
- Umar, N., & Yuliady, F.(2023). Sistem Pendukung Keputusan untuk Prediksi Produksi Cengkeh Menggunakan Metode Naïve Bayes. *JURNAL UNITEK*, 16(1): 52-60.
- Wahdiana, E., Tinaprilla, N., & Harmini.(2023). Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Kinerja Ekspor Cengkeh Indonesia. *Forum Agribisnis*, 13(2).
- Yakup, M., Sujarwo, S., & Fahriyah, F.(2023). Financial Feasibility Analysis of Clove Business in Latambaga District, Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province. *Jurnal Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis (JEPA)*, 7(1), 186–196.
- Zuhdi, F., & Rambe, K. R.(2021). Daya Saing Ekspor Cengkeh Indonesia di Pasar Global. *SEPA: Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian Dan Agribisnis*, 17(2): 165–173.

Aspergilosis Unggas di Indonesia: Ancaman Tersembunyi pada Industri Perunggasan

Istovia Salma^{1*} dan Ni Putu Vidia Tiara Timur^{2,3}

¹Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada

²Program Studi Doktor Sains Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta

³Politeknik Pembangunan Pertanian Manokwari, Papua Barat

³Jl. Fauna No. 2, Karangmalang, Yogyakarta, 55281

Email: istoviasalma01@gmail.com

ABSTRAK

Aspergilosis merupakan penyakit mikosis penting pada unggas yang umumnya disebabkan oleh *Aspergillus fumigatus*, meskipun spesies lain seperti *A. flavus*, *A. niger*, *A. glaucus*, dan *A. terreus* juga berperan. Penyakit ini terjadi ketika konidia terhirup dan mencapai saluran pernapasan, kemudian berkecambah menjadi hifa yang menginvasi jaringan dan memicu pembentukan granuloma. Faktor risiko aspergilosis sangat berkaitan dengan manajemen pemeliharaan, termasuk kontaminasi litter, ventilasi buruk, kelembapan tinggi, inkubator tercemar, serta konsumsi pakan yang mengandung mikotoksin seperti aflatoksin dan okratoksin. Gejalanya bervariasi dari bentuk akut pada anak ayam yang ditandai dengan dispnea, hiperpnea, leher menjulur, dan mortalitas tinggi. Sedangkan untuk bentuk kronis pada unggas dewasa, aspergilosis menyebabkan gangguan pernapasan berkepanjangan dan penurunan performa produksi. Lesi khas berupa nodul dan plak kaseosa pada paru-paru serta kantung udara, disertai risiko penyebaran sistemik ke organ lain. Diagnosis ditegakkan melalui riwayat, temuan nekropsi, isolasi jamur, pemeriksaan mikroskopis dan histopatologi, serta uji serologis atau deteksi antigen. Di lapangan, aspergilosis masih menjadi tantangan karena minimnya data prevalensi nasional, kondisi iklim tropis yang mendukung pertumbuhan jamur, serta sifatnya sebagai zoonosis okupasional bagi pekerja peternakan. Pencegahan sangat bergantung pada sanitasi dan manajemen lingkungan, sedangkan terapi utama menggunakan antijamur sistemik seperti itraconazole. Kajian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai agen penyebab, faktor risiko, patogenesis, temuan klinis dan patologi, diagnosis, serta strategi pencegahan dan pengobatan aspergilosis pada unggas.

PENDAHULUAN

Aspergilosis, dikenal juga sebagai brooder pneumonia atau mycotic pneumonia, merupakan penyakit mikosis penting yang disebabkan oleh jamur dari genus *Aspergillus*. *Aspergillus fumigatus* adalah agen utama penyebab aspergilosis pada unggas karena spora-spora tersebut sangat kecil dan mudah terhirup. Isolasi *Aspergillus flavus* kurang umum, tetapi tidak jarang ditemukan di lingkungan yang sangat terkontaminasi dengan spora yang tinggi (Swayne *et al.*, 2020). *Aspergillus* masuk ke tubuh unggas, terutama melalui inhalasi spora yang berasal dari lingkungan yang terkontaminasi.

Setelah terhirup, spora ini mencapai saluran pernapasan (paru-paru dan kantung udara) dan mulai berkecambah menjadi hifa. *Aspergillus* menginfeksi dengan cara menginvasi dan merusak jaringan pernapasan, menghasilkan toksin yang menurunkan sistem imun, serta memicu infeksi sekunder yang memperberat penyakit (Swayne *et al.*, 2020). Infeksi *Aspergillus* dapat berpotensi menyerang secara sistemik di organ visceral dan otak (Hauck *et al.*, 2020).

Aspergilosis merupakan penyakit jamur yang paling umum dilaporkan di unggas. Kajian mengenai aspergilosis pada unggas di Indonesia masih relatif terbatas, meskipun kasus yang dilaporkan

oleh peternak cukup tinggi setiap tahunnya. Evaluasi terhadap tanda-tanda klinis dapat digunakan sebagai pendekatan awal yang rasional dalam mendukung penegakan diagnosis serta penentuan terapi aspergilosis. Namun demikian, keterlambatan dalam diagnosis serta ketidakefektifan pengobatan kerap berujung pada prognosis yang kurang baik (Nururrozi *et al.*, 2020). Meskipun faktor risiko aspergilosis belum diketahui secara spesifik, perubahan iklim, fragmentasi lanskap, keterbatasan pakan, kepadatan populasi, koinfeksi, dan kedekatannya dengan aktivitas manusia diduga berperan dalam perkembangan penyakit tersebut (Stilz *et al.*, 2025). Berdasarkan hal

tersebut, aspergilosis perlu menjadi perhatian, mengingat iklim tropis yang lembap sangat mendukung pertumbuhan dan penyebaran spora jamur di lingkungan peternakan. Oleh karena itu, kajian mengenai aspergilosis diperlukan untuk memberikan gambaran umum yang komprehensif terkait karakteristik penyakit, faktor-faktor yang mempengaruhi kejadiannya, serta dampaknya terhadap kesehatan dan produktivitas unggas.

PEMBAHASAN

Agen Penyebab

Penyakit aspergilosis pada unggas merupakan salah satu penyakit mikosis terpenting yang disebabkan oleh *Aspergillus fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *A. glaucus*, dan *A. terreus*, dengan *A. fumigatus* sebagai agen penyebab yang paling sering ditemukan (Shoukat *et al.*, 2018; El-Ghany, 2021). *Aspergillus* merupakan organisme saprofit yang tumbuh optimal pada suhu hangat (>25 °C) dan kondisi lingkungan yang lembap. Kasus aspergilosis ditemukan pada unggas domestik seperti ayam ternak, bebek, puyuh, dan burung liar (Shoukat *et al.*, 2018).

Patogenesis

Patogenesis aspergilosis dimulai ketika spora hidrofobik (konidia) *Aspergillus* terhirup dan masuk ke saluran pernapasan. Konidia tersebut menginvasi epitel mukosa nasal, trakea, bronkus, dan kantung udara. Setelah melekat, spora mengalami perkecambahan, menembus jaringan, dan berkembang biak sehingga menginisiasi pembentukan lesi granulomatosa pada lokasi infeksi (Shoukat *et al.*, 2018). Infeksi *Aspergillus fumigatus* ditandai dengan infiltrasi sel-sel inflamasi, terutama heterofil dan makrofag,

yang berkontribusi terhadap pembentukan serta progresi lesi (Shoukat *et al.*, 2018; Cheng *et al.*, 2020).

Perkembangan infeksi dapat bersifat lokal maupun sistemik, dan melalui penyebaran hematogen, jamur dapat mencapai organ lain seperti perikardium, sumsum tulang, ginjal, hati, usus, dan otak (Shoukat *et al.*, 2018; Chung *et al.*, 2020). Secara makroskopis, infeksi ini ditandai dengan terbentuknya nodul dan plak kaseosa berwarna putih hingga kekuningan atau lesi granulomatosa pada jaringan yang terinfeksi, serta pertumbuhan kapang berwarna hijau keabu-abuan pada kantung udara (Hauck *et al.*, 2020; Cheng *et al.*, 2020). Selain itu, mikotoksin yang merupakan metabolit sekunder dari *Aspergillus sp.* dapat menyebabkan imunosupresi dan kerusakan organ internal, memperparah dampak penyakit.

Gejala Klinis

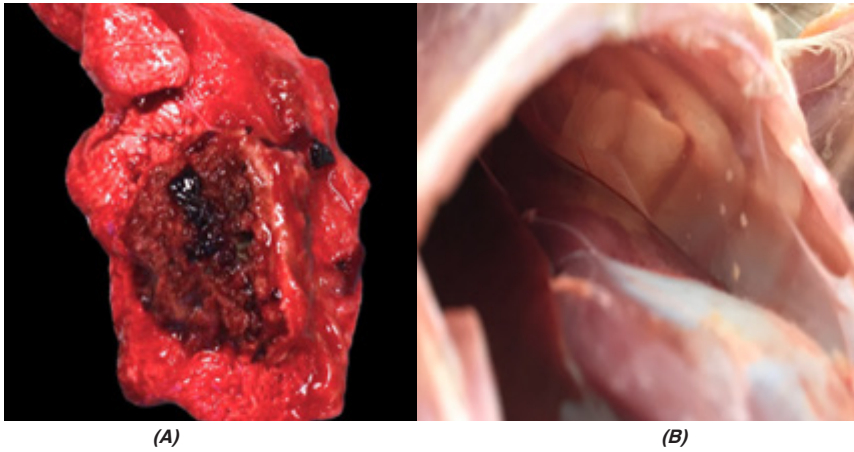
Keparahan gejala klinis aspergilosis pada unggas terutama dipengaruhi oleh dosis spora *Aspergillus* yang terhirup, umur, serta status imun unggas (El-Ghany, 2021). Aspergilosis pada unggas sering dianggap sebagai penyakit yang berkaitan dengan pemeliharaan dalam lingkungan terbatas (*captivity*), khususnya pada unggas muda, dan dikenal sebagai brooder pneumonia pada anak ayam. Gejala klinis aspergilosis dapat bersifat akut maupun kronis. Bentuk akut umumnya menyerang pada unggas muda biasa dikenal sebagai brooder pneumonia (Stilz *et al.*, 2025). Bentuk akut pada anak ayam atau *Day Old Chicks* (DOC) ditandai oleh gangguan pernapasan seperti dispnea, hiperpnea, pernapasan dengan mulut terbuka disertai leher menjulur, lesu, anoreksia, serta kematian yang cepat (Shoukat *et al.*, 2018; El-Ghany, 2021).

Tingkat kematian yang tinggi dapat terjadi apabila unggas menghirup spora dalam jumlah besar, terutama selama proses penetasan pada inkubator yang terkontaminasi (Shoukat *et al.*, 2018). Selain itu, dapat dijumpai depresi, bulu kusut, gangguan sistem saraf, dan peningkatan rasa haus (Shoukat *et al.*, 2018; Cheng *et al.*, 2020).

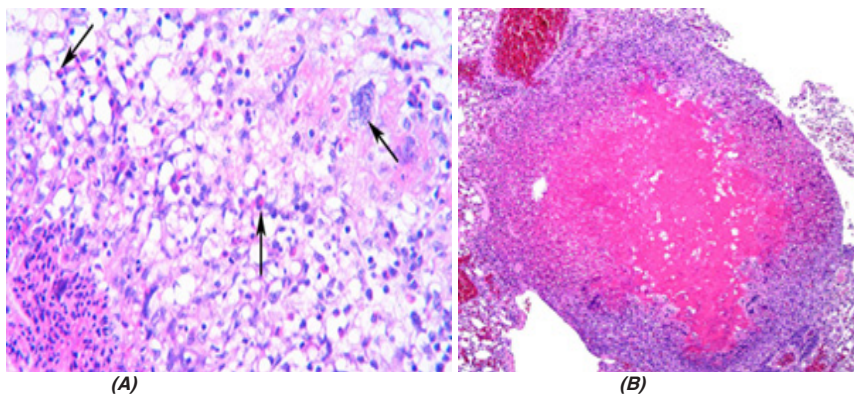
Pada unggas yang lebih tua, aspergilosis kronis lebih sering terjadi dan ditandai dengan penurunan nafsu makan, kekurusan, gangguan pernapasan yang berlangsung lama, serta penurunan performa produksi (Fischer *et al.*, 2018). Dalam beberapa kasus, keterlibatan organ lain dapat terjadi, termasuk bentuk okular berupa keratitis mikotik yang dilaporkan pada ayam dan kalkun (Shoukat *et al.*, 2018).

Prevalensi dan Tantangan di Lapangan

Kasus pada unggas sebelumnya telah dilaporkan di Banyuwangi dan Banda Aceh (Praja & Yudhana, 2017). Akan tetapi, data prevalensi aspergilosis unggas secara nasional di Indonesia masih terbatas karena laporan yang tersedia umumnya berasal dari studi kasus lokal dan survei berskala kecil. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh keterbatasan metode diagnostik di lapangan, sementara gejala klinis aspergilosis cenderung tidak spesifik dan sering menyerupai penyakit pernapasan lainnya. Penyakit lain dengan gejala pernapasan juga ditemukan pada kasus seperti ND dan IB, dimana menunjukkan manifestasi gangguan respirasi yang serupa (Swayne *et al.*, 2020), sehingga kemungkinan terjadinya kesalahan diagnosis apabila hanya berdasarkan gejala klinis menjadi cukup tinggi. Selain itu, kondisi iklim tropis Indonesia dengan suhu hangat dan tingkat kelembapan yang tinggi turut mendukung pertumbuhan jamur



Gambar 1. (A) Paru-paru Black vulture (*Coragyps atratus*) Tampak Terdestruksi oleh Nodul Berwarna Merah Gelap, Berbatas Tegas, dan Bertekstur Firm (Stilz *et al.*, 2025). (B) Nodul Berwarna Putih pada Kantung Udara *Anas Platyrhynchos Domesticus* (Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 2. (A) Lesi Granulomatosa dengan Area Nekrosis Sentral yang Dikelilingi Heterofil dan Sel Raksasa Multinukleus (Cheng *et al.*, 2020). (B) Koalesensi Granuloma di Parenkim Paru; Tampak Perluasan Area Nekrosis dengan Infiltrasi Heterofil, Makrofag, dan Sel Raksasa Multinukleus (Stilz *et al.*, 2025).

Aspergillus, sehingga menjadi faktor predisposisi terjadinya aspergilosis pada unggas (Arné *et al.*, 2011).

Temuan Patologi

Traktus respiratorius merupakan jalur utama infeksi *Aspergillus fumigatus*. Secara makroskopis, lesi khas aspergilosis berupa nodul atau plak berisi eksudat kaseosa putih kekuningan yang terutama ditemukan pada paru-paru dan kantung udara (Cheng *et al.*, 2020). Pada beberapa kasus, massa miselium juga terlihat di saluran pernapasan, sedangkan bentuk okular (mycotic keratitis) ditandai dengan plak besar yang menonjol pada medial canthus (Shoukat *et al.*, 2018). Selain sistem pernapasan, lesi dapat menyebar secara sistemik ke organ lain seperti usus halus, hati, limpa, mata, dan otak (Fischer *et al.*,

2018; Cheng *et al.*, 2020).

Secara mikroskopis, perkembangan lesi mencari pada aspergilosis teramati pembentukan granuloma. Pada hari pertama pascainfeksi, parabronchi menunjukkan infiltrasi sel radang, terutama heterofil dan makrofag. Memasuki hari ketiga, mulai terbentuk granuloma yang ditandai oleh pusat nekrosis berisi elemen jamur, dikelilingi oleh heterofil, sel epiteloid, makrofag, limfosit, dan sel raksasa multinukleus. Pada hari kelima, beberapa granuloma bergabung (*coalescence*) sehingga menimbulkan obstruksi parabronkial yang dipenuhi oleh debris nekrotik dan sel epitel yang terlepas. Pola perkembangan lesi ini konsisten kasus aspergilosis akibat *A. fumigatus* yang terjadi di merpati, anak angsa, dan burung puyuh (Cheng *et al.*, 2020).

Diagnosa

Diagnosis aspergilosis ditegakkan berdasarkan riwayat, gejala klinis, temuan lesi, dan dikonfirmasi melalui pemeriksaan laboratorium. Riwayat manajemen kandang yang buruk (sekam kotor, ventilasi tidak memadai, dan kondisi lembap) bersama gejala pernapasan dan ditemukannya plak atau nodul kaseosa pada nekropsis merupakan dasar diagnosis awal (Swayne *et al.*, 2020; El-Ghany, 2021). Diagnosis definitif dilakukan melalui isolasi dan kultur jamur dari jaringan berlesi atau eksudat, serta identifikasi hifa *Aspergillus* melalui pemeriksaan mikroskopis dan histopatologi. Pemeriksaan mikroskopis langsung dapat menggunakan preparat basah dengan KOH 20% atau pewarnaan lactophenol cotton blue untuk mendeteksi hifa secara cepat. Sementara itu, pemeriksaan histopatologi jaringan menggunakan pewarnaan khusus seperti PAS, Grocott's methenamine silver, atau Gridley untuk menampilkan lesi granuloma dan struktur hifa septat yang bercabang dikotomus (Swayne *et al.*, 2020; El-Ghany, 2021).

Tes serologis, seperti agar gel precipitin (AGP) dan enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), dapat digunakan untuk mendeteksi antibodi, meskipun spesifisitasnya terbatas. Identifikasi spesies lebih lanjut dapat dilakukan menggunakan MALDI-TOF MS atau sekuensing internal transcribed spacer (ITS) DNA (Swayne *et al.*, 2020). Deteksi antigen galactomannan dan beta-glucan dari serum, cairan bronchoalveolar lavage (BAL), atau cairan tubuh lain juga dapat membantu diagnosis (Hauck *et al.*, 2020; Swayne *et al.*, 2020).

Diagnosa Banding

Diagnosa banding aspergilosis mencakup berbagai penyakit

respiratori yang menghasilkan lesi serupa, termasuk pneumonia bakterial (*Pasteurella Multocida*, Enterobacteriaceae, Mycoplasma), klamidofilosis, mikobakteriosis, penyakit viral seperti *Infectious Bronchitis* (IB), *Newcastle Disease* (ND) serta kondisi non-infeksi seperti defisiensi vitamin A (Swayne *et al.*, 2020).

Pencegahan dan Pengobatan

Pencegahan aspergilosis pada unggas terutama bergantung pada pengelolaan lingkungan yang baik, dengan menghindari *litter* atau pakan berjamur (El-Ghany, 2021). Kontaminasi jamur pada pakan dan bahan alas kandang dapat menjadi sumber utama penyebaran spora *Aspergillus* di lingkungan pemeliharaan. Langkah efektif meliputi pergantian litter secara rutin, ventilasi yang memadai untuk menurunkan kelembapan dan konsentrasi spora, serta pembersihan sistem ventilasi dan peralatan secara berkala. Pakan perlu disimpan di tempat yang kering dan sejuk, menerapkan sistem FIFO, dan memastikan air minum tetap bersih untuk mencegah pertumbuhan jamur serta kontaminasi mikroorganisme lainnya. Pada *hatchery*, desinfeksi rutin inkubator dan pengaturan kepadatan populasi sangat penting guna mengurangi akumulasi spora *Aspergillus* di lingkungan pemeliharaan. Faktor predisposisi seperti stres, kelembapan tinggi, ventilasi yang buruk, dan kebersihan kandang yang tidak terjaga dapat meningkatkan risiko ayam menghirup spora jamur, sehingga sanitasi lingkungan menjadi aspek kunci dalam pencegahan (Arné *et al.*, 2011).

Pengobatan aspergilosis umumnya menggunakan antijamur sistemik, antara lain itraconazole, ketoconazole, clotrimazole, miconazole, fluconazole,

voriconazole, dan amphotericin B, dengan itraconazole sebagai pilihan utama (Shoukat *et al.*, 2018; Kshetrimayum, 2025). Beberapa terapi alternatif seperti ekstrak *Loxostylis alata* (Suleiman *et al.*, 2012) serta minyak atsiri cengkeh dan geranium (Allizond *et al.*, 2023) menunjukkan potensi antifungal, namun masih terbatas pada uji praklinik di laboratorium.

Faktor Risiko

Kejadian aspergilosis umumnya berkaitan dengan praktik manajemen pemeliharaan yang kurang baik, baik pada peternakan unggas skala *backyard* maupun komersial (Shaapan & Girh, 2024). Kondisi sanitasi kandang yang tidak optimal dapat meningkatkan keberadaan spora jamur dan memperbesar risiko infeksi pada unggas. Kontaminasi lingkungan peternakan seperti alas kandang, inkubator, dan debu yang mengandung spora berperan signifikan dalam penularan aspergilosis (Shoukat *et al.*, 2018). Selain itu, ventilasi yang buruk serta akumulasi bahan organik seperti telur, sekam, dan pakan menjadi faktor predisposisi utama bagi pertumbuhan jamur dan penyebaran spora, khususnya di ruang tetas dan kandang unggas (Kshetrimayum, 2025). *Aspergillus* juga memproduksi metabolit sekunder berupa mikotoksin, seperti aflatoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus parasiticus*, serta okratoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus ochraceus*, yang dapat berdampak buruk pada unggas melalui konsumsi pakan yang terkontaminasi (Shoukat *et al.*, 2018). Keberadaan mikotoksin dalam pakan tidak hanya menurunkan kualitas nutrisi, tetapi juga mengganggu fungsi fisiologis dan kesehatan unggas secara menyeluruh. Mikotoksin utama seperti aflatoksin, trichothecenes, dan

okratoksin diketahui menyebabkan hepatotoksitas, penurunan efisiensi pakan, serta immunosupresi yang meningkatkan kerentanan unggas terhadap penyakit (Gomes *et al.*, 2025).

Dampak Kesehatan dan Produktivitas Unggas

Aspergilosis merupakan infeksi oportunistik penting yang dapat menyebabkan gangguan respirasi berat dan dapat menjangkiti hewan maupun manusia (Krel *et al.*, 2014; Shoukat *et al.*, 2018). Spesies yang paling sering menginfeksi manusia meliputi *A. fumigatus*, *A. flavus*, *A. niger*, dan *A. terreus* (Oliveira *et al.*, 2015). Penyakit ini dikategorikan sebagai zoonosis okupasional, terutama pada pekerja peternakan unggas yang berisiko tinggi terpapar spora melalui debu dan material kandang yang terkontaminasi (Sabino *et al.*, 2012; Mubarak & Mohamed, 2017).

Dampak aspergilosis pada sektor perunggasan terhadap kesehatan masyarakat merupakan perhatian serius dalam kerangka *One Health*, terutama terkait risiko kesehatan kerja dan keamanan pangan. Paparan okupasi terhadap bioaerosol yang mengandung spora *Aspergillus sp.* di lingkungan kandang dan rumah potong hewan dapat memicu berbagai gangguan pernapasan pada pekerja di lingkungan tersebut. Pekerja di peternakan dan rumah potong hewan memiliki risiko tinggi karena aktivitas pembersihan alas kandang atau penanganan karkas yang terkontaminasi dapat melepaskan jutaan spora ke udara.

Dampak kesehatan pada manusia yang dapat ditimbulkan dari penyakit ini dipicu oleh respons alergi setelah menghirup konidia (Tell, 2005). *Aspergillus fumigatus* merupakan patogen oportunistik yang paling berbahaya dibandingkan dengan berbagai jenis jamur lainnya karena

penyebarannya melalui udara, terutama bagi individu dengan sistem imunitas rendah (Seyedmousavi *et al.*, 2015). Jenis penyakit yang muncul dapat berupa aspergilosis paru invasif, aspergilloma, hingga reaksi hipersensitivitas seperti pneumonitis, asma, dan alergi bronkopulmoner aspergilosis. Data terbaru menunjukkan bahwa aspergilosis paru juga dapat menyerang pasien dengan sistem imun normal (imunokompeten), walaupun mayoritas kasus ditemukan pada individu yang memiliki riwayat penyakit paru kronis atau dalam kondisi kritis (Stevens & Melikian, 2011; Seyedmousavi *et al.*, 2015).

Faktor risiko lain penyakit ini dapat disebabkan kondisi medis lain seperti pneumonia non-jamur, influenza, penyakit paru obstruktif kronis, sepsis, serta kegagalan fungsi hati. Ketidakmatangan usia, konsumsi alkohol kronis, penyakit granulomatosa, dan tindakan pembedahan juga turut berpengaruh sebagai faktor risiko. Pada kasus infeksi fokal, seperti di area sinus yang berisiko menyebar ke otak atau ruang rhinoorbital, terdapat faktor risiko spesifik tambahan yang perlu diperhatikan (Stevens & Melikian, 2011; Seyedmousavi *et al.*, 2015).

Aspergilosis menyebabkan dampak ekonomi yang signifikan terhadap industri perunggasan akibat penurunan produktivitas. Pada fase akut, penyakit ini memicu mortalitas tinggi pada anak ayam yang baru menetas (brooder pneumonia), dengan angka bervariasi secara luas, mulai dari 4,5% hingga 90% (Arné *et al.*, 2011). Unggas yang bertahan hidup akan mengalami gangguan pertumbuhan yang kronis akibat kerusakan permanen pada jaringan paru-paru dan kantung udara, yang secara klinis menyebabkan penurunan bobot badan dan FCR yang buruk. Aspergilosis yang bersifat kronis sering kali bersifat

tersembunyi dengan gejala klinis yang tidak terlihat menonjol secara individual, namun terlihat jelas pada statistik performa *flock* (Beernaert *et al.*, 2010).

Dampak ini meluas pada ayam petelur dan pembibit, infeksi ini tentunya menyebabkan penurunan produksi telur yang drastis serta penurunan daya tetas akibat kontaminasi spora pada kerabang telur. Sifat immunosupresif dari gliotoksin yang dihasilkan oleh *Aspergillus sp.* meningkatkan kerentanan inang terhadap infeksi sekunder, seperti infeksi *Escherichia coli*, yang memperparah tingkat penolakan karkas (*condemnation*) di rumah potong hewan (Seyedmousavi *et al.*, 2015).

Selain risiko infeksi langsung, penggunaan fungisida secara luas di lingkungan pertanian dan peternakan diidentifikasi sebagai faktor pendorong munculnya galur *Aspergillus* yang resisten terhadap obat antifungi (Verweij *et al.*, 2009). Hal ini menjadi ancaman kesehatan global karena mampu membatasi opsi pengobatan pada pasien manusia yang terinfeksi. Kontaminasi produk dari unggas oleh spesies *Aspergillus* tertentu berisiko menimbulkan mikotoksikosis pada konsumen akibat residu aflatoxin yang dapat bersifat karsinogenik dan immunosupresif (Oliveira *et al.*, 2000).

Aspergilosis pada unggas merupakan ancaman penting bagi industri perunggasan di Indonesia, terutama karena kaitannya dengan manajemen lingkungan dan kondisi iklim tropis yang mendukung pertumbuhan jamur. Selain menyerang produktivitas unggas, penyakit ini juga berpotensi menjadi risiko bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, upaya pencegahan melalui peningkatan biosekuriti, sanitasi kandang, serta pengelolaan pakan dan lingkungan yang baik menjadi langkah utama yang harus diperhatikan oleh para peternak.

PENUTUP

Aspergilosis pada unggas merupakan tantangan besar bagi industri perunggasan di Indonesia, sekaligus berpotensi mempengaruhi kesehatan manusia. Pemahaman mengenai faktor risiko, patogenesis, gejala klinis, dan temuan patologi sangat diperlukan untuk mendukung diagnosis serta pencegahan yang efektif. Peningkatan biosekuriti, sanitasi, dan pengelolaan lingkungan maupun pakan merupakan langkah utama dalam menekan kejadian penyakit. Penelitian lebih lanjut tetap diperlukan untuk memperkuat strategi pengendalian di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allizond, V., Cavallo, L., Roana, J., Mandras, N., Cuffini, A. M., Tullio, V., Banche, G.(2023). In Vitro Antifungal Activity of Selected Essential Oils against Drug-Resistant Clinical *Aspergillus* spp. *Strains. Molecules*, 28(21), 7259.
- Arné, P., Thierry, S., Wang, D., Deville, M., Le Loc'h, G., Desoutter, A., Féménia, F., Nieguitsila, A., Huang, W., Chermette, R., Guillot, J.(2011). *Aspergillus fumigatus* in Poultry. *International Journal of Microbiology*, 2017, 46356.
- Beernaert, L.A., Pasmans, F., Van Waeyenberghe, L., Haesebrouck, F., Martel, A.(2010). *Aspergillus* infections in birds: a review. *Avian Pathology*, 39(5),325-31.
- Cheng, Z., Li, M., Wang, Y., Chai, T., Cai, Y., Li, N.(2020). Pathogenicity and Immune Responses of *Aspergillus fumigatus* Infection in Chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, 7.
- Chung, E.L.T., Reduan, M.F.H., Nordin, M.L., Abdullah, F.F.J., Zairi, N.H.M.,

- Rajdi N.Z.I.M., Kamaruzaman, I.N.A., Shaharulnizam, N.(2020). A case of aspergillosis outbreak in a broiler duck farm in Kelantan, Malaysia. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research*, 7(4), 692–697.
- El-Ghany, W.A.A.(2021). Avian Aspergillosis: A Potential Occupational Zoonotic Mycosis Especially in Egypt. *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 9(10), 1564–1575.
- Fischer, D., van Waeyenberghe, L., Failing, K., Martel, A., Lierz, M.(2018). Single tracheal inoculation of *Aspergillus fumigatus* conidia induced aspergillosis in juvenile falcons (*Falco* spp.). *Avian Pathology*, 47(1), 33–46.
- Gomes, B., Dias, M., Cervantes, R., Pena, P., Twaruek, M., Kosicki, R., Grajewski, J., Carolino, E., Viegas, S., Viegas, C.(2025). Toxicogenic fungi and mycotoxins seasonality in poultry farms: Implications for animal health and food safety. *Journal of Agriculture and Food Research*, 24.
- Hauck, R., Cray, C., França, M.(2020). Spotlight on avian pathology: aspergillosis. *Avian Pathology*, 49(2), 115–118.
- Krel, M., Petraitis, V., Petraitiene, R., Jain, M.R., Zhao, Y., Li, H., Walsh, T.J., Perlin, D.S.(2014). Host biomarkers of invasive pulmonary aspergillosis to monitor therapeutic response. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 58, 3373–3378.
- Kshetrimayum, B.S.(2025). Aspergillosis: A neglected broiler nightmare: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 13(3), 119–125.
- Mubarak, A.G., Mohamed, H.M.A.(2017). Detection of *aspHS* gene in *Aspergillus fumigatus* during Aspergillus infection in poultry and human contact. *International Journal of Agricultural Science and Veterinary Medicine*, 5(4), 1–10.
- Nururrozi, A., Yanuartono, Y., Widayarni, S., Ramandani, D., Indarjulianto, S. 2020. Clinical and pathological features of aspergillosis due to *Aspergillus fumigatus* in broilers. *Veterinary World*, 13(12), 2787-2792.
- Oliveira, C.A.F., Kobashigawa, E., Reis, T., Mestieri, L., Albuquerque, R., Corrêa, B.(2000). Aflatoxin B1 Residues in Eggs of Laying Hens Fed a Diet Containing Different Levels of the Mycotoxin. *Food additives and contaminants*, 17, 459-62.
- Oliveira, M., Pereira, C., Bessa, C., Araujo, R., Saraiva, L.(2015). Chronological aging in conidia of pathogenic *Aspergillus*: Comparison between species. *Journal of Microbiological Methods*, 118(3), 57–63.
- Praja, R.P., Yudhana, A.(2017). Isolasi dan Identifikasi *Aspergillus* spp pada Paru-Paru Ayam Kampung yang Dijual di Pasar Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 6–11.
- Sabino, R., Faisca, V.M., Carolino, E., Verissimo, C., Viegas, C.(2012). Occupational Exposure to *Aspergillus* by swine and poultry farm workers in Portugal. *Toxicology and Environmental Health*, 75, 1381–1391.
- Seyedmousavi, S., Guillot, J., Arné, P., de Hoog, G.S., Mouton, J.W., Melchers, W.J., Verweij, P.E.(2015). *Aspergillus* and aspergilloses in wild and domestic animals: a global health concern with parallels to human disease. *Medical Mycology*, 53(8), 765-97.
- Shaapan, R.M., Girh, Z.M.(2024). Overview of Aspergillosis in Poultry – A Review. *Egyptian Journal of Veterinary Sciences*, 55(2), 407–419.
- Shoukat, S., Wani, H., Jeelani, R., Ali, U., Ali, M.(2018). An overview of avian aspergillosis. *International Journal of Avian & Wildlife Biology*, 3(3).
- Stevens, D.A., Melikian, G.L.(2011). Aspergillosis in the 'nonimmunocompromised' host. *Immunological Investigations*, 40(7-8):751-66.
- Stilz, C.R., Kunkel, M.R., Keel, M.K., Fenton, H., Weyna, A.A.W., Niedringhaus, K.D., Andreasen, V.A., McKinney, A.S., Maboni, G., Nemeth, N.M.(2025). Aspergillosis in 41 wild bird species in the eastern United States: a 22-year retrospective review. *Journal of Veterinary Diagnostic Investigation*, 37(2), 305–316.
- Suleiman, M.M., Duncan, N., Eloff, J.N., Naidoo, V. (2012). A controlled study to determine the efficacy of *Loxostylis alata* (Anacardiaceae) in the treatment of aspergillus in a chicken (*Gallus domesticus*) model in comparison to ketoconazole. *BMC Veterinary Research*, 8, 210.
- Swayne, D.E., Boulianne, M., Logue, C.M., McDougald, L.R., Nair, V., Suarez, D.L.(2020). *Diseases of Poultry* (14th ed.). John Wiley & Sons. pp. 774–775.
- Tell, L.A. (2005). Aspergillosis in mammals and birds: impact on veterinary medicine. *Medical Mycology*, 43(Suppl 1): S71–S73.
- Verweij, P.E., Snelders, E., Kema, G.H., Mellado, E., Melchers, W.J.(2009). Azole resistance in *Aspergillus fumigatus*: a side-effect of environmental fungicide use? *The Lancet Infectious Diseases*, 9(12):789-95.



Siap Tanam V.2

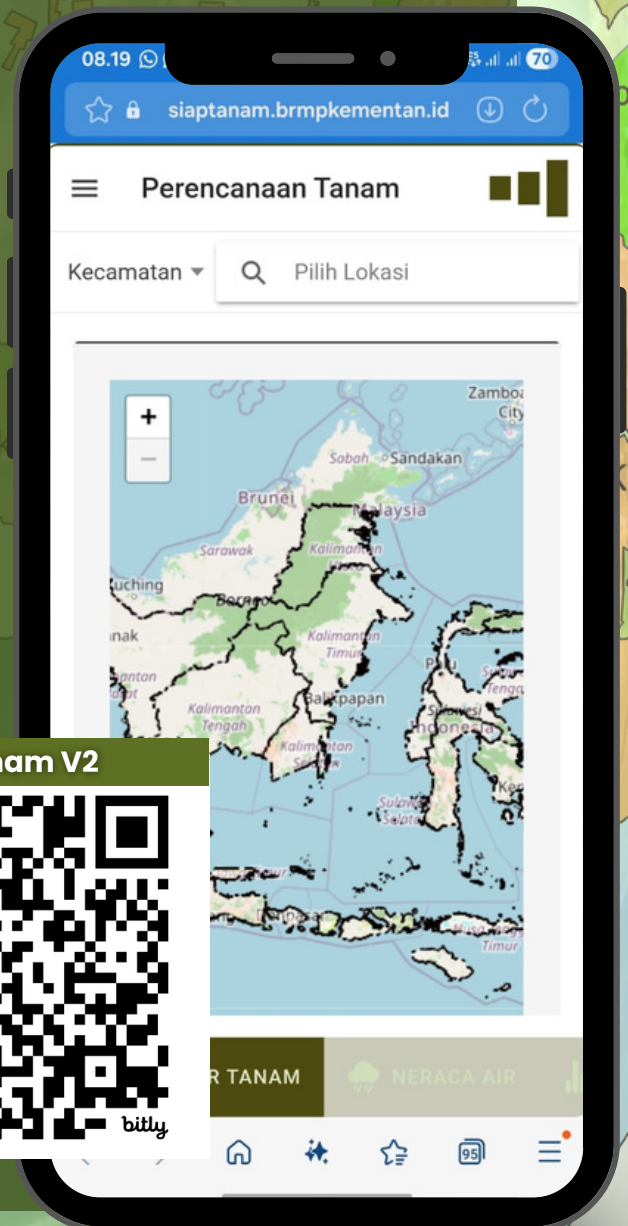
Aplikasi SIAP TANAM (Sistem Adaptif untuk Perencanaan Tanam) adalah aplikasi berbasis data yang menyediakan rekomendasi waktu tanam dan pola tanam untuk tanaman padi, jagung, dan kedelai secara spasial dan temporal berdasarkan Musim Hujan (MH) dan Musim Kemarau (MK) di Indonesia

Fitur

- Kalender Tanam
- Neraca Air
- Produksi dan Saprodi
- Optimasi Produksi
- Standing Crop Tanaman Padi
- Potensi Pengembangan IP

Keunggulan

- Dinamis
- Operasional & Spesifik Lokasi
- Terpadu
- Berkelanjutan
- Aksesibel
- Informatif



Siap Tanam V2

