

Book Chapter Health Science Series



Chapter 2 Pengendalian Vektor



Penerbit



HS Udinus

Health Sains Udinus



Book Chapter Health Series – Chapter 2

Pengendalian Vektor

Editor

Suharyo, M.Kes

Reviewer

Dr. Nurjanah, M.Kes

Dr. Eti Rimawati, M.Kes

Dr. dr. Zaenal Sugiyanto, M.Kes

Dr. Adian Khoironi ST, M.Si

Dr. Poerna Sri Oetari, S.Si, M.Si.Ling

Dr. Eni Mahawati, M.Kes

Dr. Drs. Slamet Isworo, M.Kes

Dr. MG Catur Yuantari, SKM, M.Kes

Dr. Supriyono Asfawi S.E, M.Kes

Dr. Respati Wulandari, M.Kes

Desain Sampul

Puput Nur Fajri, S.KM

Tata Letak

Puput Nur Fajri, S.KM

IT

Oki Setiono, M.Kom

Publikasi

Syifa Sofia Wibowo, M.Tr.Keb

Penerbit Health Science UDINUS

Universitas Dian Nuswantoro Jl. Nakula 1/5-11 Gedung D lantai 1 Semarang

Cetakan Pertama, 2026

ISSN 2964-5840

Hak cipta dilindungi oleh undang-undang

PRAKATA

Dalam rangka pelaksanaan kegiatan Tri Dharma Perguruan Tinggi, maka kegiatan menulis buku merupakan salah satu indikator penting, terutama dalam bidang penelitian. Penulisan buku juga merupakan salah satu wujud penyebaran informasi kepada masyarakat di lingkungan akademik, maupun di masyarakat luas. Untuk itu, kami sebagai bagian dari komunitas akademik menghadirkan book chapter sebagai wujud pelaksanaan dari Tri Dharma Perguruan Tinggi.

“Bookchapter Health Science Series“ Chapter 2 ini terdiri dari 12 BAB, yang masing-masing ditulis oleh kelompok peneliti yang mempunyai latar belakang di bidang kesehatan atau ilmu-ilmu yang berkaitan. Penulis menyadari book chapter ini masih belum sempurna, sehingga penulis menerima saran yang membangun. Semoga bookchapterini bermanfaat bagi pembaca.

Semarang, Januari 2026

Tim Editor

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN IDENTITAS BUKU	i
PRAKATA	ii
DAFTAR ISI	iii
CHAPTER II	
Pendekatan Ekologis Dalam Pengendalian Vektor: Strategi Pengelolaan Lingkungan Untuk Mencapai Kesehatan Berkelanjutan	1
Efektivitas Pengendalian Vektor Aedes Aegypti Secara Kimiawi Di Indonesia	23
Pengendalian Vektor Aedes Aegypti Berbasis Lingkungan, Biologis, Dan Teknologi Modern Di Indonesia	38
Pengendalian Vektor Secara Hayati; Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	60
Pengendalian Vektor Termit (Rayap) : Kajian Komprehensif Klasifikasi, Morfologi, dan Strategi Pengendalian Berkelanjutan	78
Pengendalian Vektor Terpadu ; Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	95
Pengendalian Vektor Nyamuk Anopheles Secara Hayati: Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	106
Konsep Dasar Vektor Pada Penularan Demam Berdarah Dengue : Terminologi, Teori, dan Strategi Pengendalian	125
Tinjauan Literatur Poliester Violet Sebagai Teknologi Perangkap Visual Multi Spesies dan Potensinya Dalam Pengendalian Hama Lalat Terpadu	136
Pengendalian Vektor Secara Genetik; Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	146
Pengendalian Vektor Kecoa: Terminologi, Teori, dan Aplikasinya	167
Pengendalian Vektor Pinjal Dan Kutu Secara Hayati; Terminologi, Teori, Dan Aplikasinya	186

PENGENDALIAN VEKTOR KECOA: TERMINOLOGI, TEORI, DAN APLIKASINYA

¹⁾Shelma Atira Dewi

²⁾Suharyo

^{1) 2)} Faculty of Health Science Universitas Dian Nuswantoro

Corresponding author: Shelma Atira Dewi

Email: shelmatiraa@gmail.com

ABSTRAK

Kecoa adalah vektor mekanik utama penyakit di lingkungan urban tropis, termasuk Indonesia. Mereka membawa patogen seperti *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, dan *Shigella spp.* yang menyebar melalui kontaminasi fecal-oral, berkontribusi pada 20–30% kasus diare infeksius, asma, dan infeksi nosokomial. Klasifikasi taksonomi, morfologi, dan siklus hidup spesies utama seperti *Periplaneta americana* dan *Blattella germanica* menggambarkan kemampuan adaptasi tinggi kecoa di habitat urban. Gejala penyakit akibat kecoa meliputi gangguan pencernaan, gangguan pernapasan, dan infeksi nosokomial. Metode pengendalian meliputi fisik (sanitasi, perangkap), kimia (gel bait), biologis (jamur entomopatogen), dan teknologi inovatif seperti RNAi. IVM terbukti menurunkan infestasi hingga 80%, dengan jamur entomopatogen efektif membunuh hingga 95% kecoa di iklim tropis. Prevalensi kecoa urban Indonesia mencapai 70%. IVM menjadi strategi penting untuk mengatasi resistensi insektisida yang meningkat, dengan potensi pengurangan beban penyakit 30–50% hingga 2030, menjamin kesehatan masyarakat berkelanjutan.

Kata kunci: kecoa, vektor mekanik, pengendalian terpadu.

ABSTRACT

Cockroaches are the main mechanical vectors of disease in tropical urban environments, including Indonesia. They carry pathogens such as *Escherichia coli*, *Salmonella spp.*, and *Shigella spp.*, which are spread through fecal-oral contamination, contributing to 20–30% of cases of infectious diarrhea, asthma, and nosocomial infections. The taxonomic classification, morphology, and life cycles of key species such as *Periplaneta americana* and *Blattella germanica* illustrate the high adaptability of cockroaches to urban habitats. Symptoms of cockroach-related diseases include digestive disorders, respiratory disorders, and nosocomial infections. Control methods include physical (sanitation, traps), chemical (gel baits), biological (entomopathogenic fungi), and innovative technologies such as RNAi. IVM has been shown to reduce infestations by up to 80%, with entomopathogenic fungi effectively killing up to 95% of cockroaches in tropical climates. The prevalence of urban cockroaches in Indonesia reaches 70%. IVM is a crucial strategy to address increasing insecticide resistance, with the potential to reduce the disease burden by 30–50% by 2030, ensuring sustainable public health.

Keywords: cockroach, mechanical vector, integrated control.

A. PENDAHULUAN

1. Definisi Vektor dan Reservoir dalam Kesehatan Masyarakat

Vektor merupakan organisme hidup yang berperan dalam memindahkan agen penyakit dari satu inang ke inang lain yang rentan. Arthropoda seperti nyamuk, lalat, caplak, kutu, dan kecoa termasuk dalam kelompok vektor yang umum ditemukan di lingkungan manusia. Vektor berfungsi sebagai penghubung antara sumber infeksi dan populasi sehat, memperkuat rantai penularan penyakit. Reservoir, di sisi lain, adalah tempat alami di mana patogen bertahan dan berkembang, seperti tubuh manusia, hewan, tanah, atau bahan organik. Keberadaan reservoir memungkinkan siklus hidup patogen tetap berlangsung meskipun tidak ada kasus aktif pada manusia. Pemahaman tentang peran vektor dan reservoir menjadi dasar penting dalam strategi pengendalian penyakit berbasis lingkungan (WHO, 2022).

Vektor terbagi menjadi dua kategori utama. Vektor mekanik membawa patogen secara pasif di permukaan tubuhnya tanpa proses biologis internal. Contohnya adalah lalat yang memindahkan bakteri dari limbah ke makanan, menyebabkan diare. Vektor biologis memungkinkan patogen bereplikasi atau mengalami perubahan fisiologis di dalam tubuh vektor sebelum ditularkan, seperti virus dengue yang berkembang di tubuh nyamuk *Aedes aegypti*. Di wilayah tropis, klasifikasi ini menjadi relevan karena vektor mekanik seperti kecoa berperan besar dalam penyebaran penyakit fecal-oral, terutama di lingkungan padat penduduk dengan sanitasi rendah (Wilson et al., 2020).

2. Peran Kecoa sebagai Vektor Penyakit

Kecoa dari ordo Blattodea berfungsi sebagai vektor mekanik yang membawa patogen melalui kontak fisik, bukan melalui siklus biologis internal. Patogen menempel pada permukaan tubuh, saluran pencernaan, dan feses kecoa, lalu berpindah ke lingkungan manusia melalui aktivitas merayap atau ekskresi. Di Indonesia, spesies seperti *Periplaneta americana* dan *Blattella germanica* mendominasi di kawasan permukiman padat, dengan prevalensi mencapai 70% di rumah tangga urban. Surveilans menunjukkan bahwa kecoa membawa bakteri seperti *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., dan *Shigella* spp. pada 40–60% sampel, yang terdeteksi melalui metode kultur dan PCR. Penularan terjadi baik secara langsung, melalui kontak dengan makanan atau permukaan dapur, maupun tidak langsung, seperti melalui peralatan makan atau air minum yang terkontaminasi. Selain penyakit gastrointestinal, kecoa juga memicu alergi melalui protein alergen seperti Bla g 2, yang berkontribusi pada kasus asma dan diare infeksius di komunitas dengan sanitasi rendah (Nasirian & Sadeghifard, 2020).

Penyakit yang ditularkan melalui kecoa meliputi infeksi bakteri seperti disentri, kolera, dan tifus, serta infeksi virus seperti hepatitis A. Kontaminasi terjadi saat kecoa merayap di limbah, lalu berpindah ke makanan atau permukaan dapur, meninggalkan jejak patogen melalui kaki atau muntahan. Di lingkungan tropis yang lembab, siklus ini berlangsung lebih cepat dan lebih intensif. Studi di Indonesia

menunjukkan bahwa infestasi kecoa berkorelasi dengan peningkatan insiden gastroenteritis sebesar 15–25% di kawasan urban, terutama pada anak-anak dan lansia yang lebih rentan terhadap dehidrasi dan komplikasi lanjutan (Pratiwi et al., 2021).

3. Dampak Infestasi Kecoa pada Kesehatan, Lingkungan, dan Ekonomi

Infestasi kecoa menimbulkan dampak yang luas dan saling berkaitan. Dari sisi kesehatan, kecoa meningkatkan risiko infeksi saluran cerna seperti diare akibat *Salmonella*, serta berperan dalam penyebaran patogen resisten di rumah sakit, termasuk *Klebsiella pneumoniae*. Komplikasi seperti dehidrasi tercatat pada 10–20% kasus anak-anak dan lansia. Alergen kecoa memperburuk gejala asma pada 30–50% pasien urban, yang berdampak pada peningkatan kunjungan medis dan penggunaan terapi inhalasi. Gangguan psikologis seperti kecemasan akibat infestasi juga dilaporkan oleh sekitar 40% penghuni rumah tangga, terutama di lingkungan padat dan bersanitasi rendah (Do et al., 2021).

Berdasarkan aspek lingkungan, kecoa mencemari tanah dan air melalui feses yang mengandung patogen, memicu eutrofikasi di saluran drainase dan mengganggu keseimbangan ekosistem lokal. Kompetisi sumber daya dengan serangga lain juga berdampak pada biodiversitas. Penggunaan insektisida secara berlebihan untuk mengendalikan populasi kecoa menimbulkan polusi residu yang membahayakan organisme non-target seperti lebah dan serangga penyerbuk lainnya. Di wilayah tropis seperti Indonesia, populasi kecoa dapat mencapai 100 ekor per meter persegi di rumah tangga, memperburuk dampak ekologis dan mempercepat siklus penularan penyakit (Koehler et al., 2022).

Dampak ekonomi dari infestasi kecoa juga signifikan. Biaya pengobatan penyakit terkait kecoa secara global diperkirakan mencapai USD 1–2 miliar per tahun. Di Indonesia, beban terhadap sistem Jaminan Kesehatan Nasional (JKN) meningkat hingga 5–10% akibat kasus diare urban. Industri makanan mengalami kerugian akibat kontaminasi, dengan pembuangan stok mencapai 20%. Biaya pengendalian kecoa di tingkat rumah tangga berkisar antara Rp 500.000 hingga Rp 1.000.000 per tahun. Produktivitas kerja juga terdampak melalui peningkatan

angka absensi akibat penyakit yang ditularkan oleh kecoa. Pendekatan *Integrated Vector Management* (IVM) direkomendasikan sebagai strategi utama untuk mitigasi dampak kesehatan, lingkungan, dan ekonomi secara berkelanjutan (Wang et al., 2023).

B. JENIS DAN KLASIFIKASI KECOA

1. Taksonomi (Ordo, Famili, Genus, Spesies Utama)

Kecoa merupakan anggota filum Arthropoda dan kelas Insecta, yang secara taksonomis tergolong dalam ordo Blattodea. Kelompok ini telah berevolusi sejak periode Karbon, sekitar 320 juta tahun lalu, dan menunjukkan kemampuan adaptasi yang luar biasa terhadap berbagai kondisi lingkungan ekstrem. Lebih dari 7.000 spesies telah diidentifikasi, tersebar dalam tujuh superfamili utama, dengan beberapa spesies menunjukkan kedekatan ekologis dengan aktivitas manusia. Famili *Blattidae* mencakup kecoa berukuran besar seperti *Periplaneta americana*, yang umum ditemukan di daerah tropis dan dikenal sebagai vektor penting. Famili *Blattellidae* mencakup spesies kecil seperti *Blattella germanica*, yang mendominasi lingkungan domestik urban. Subfamili *Blattinae* mencakup *Blatta orientalis*, yang lebih adaptif terhadap iklim dingin, sementara *Supella longipalpa* dari famili Ectobiidae sering ditemukan di pemukiman dengan kelembaban sedang (Djernæs et al., 2019).

Identifikasi spesies kecoa saat ini tidak hanya mengandalkan morfologi, tetapi juga pendekatan molekuler seperti DNA barcoding. Teknik ini memungkinkan klasifikasi yang lebih presisi, terutama dalam konteks pengendalian vektor. Beberapa spesies menunjukkan variasi resistensi terhadap insektisida, misalnya *B. germanica* yang tercatat memiliki toleransi hingga 100 kali lipat terhadap pyrethroid. Di Indonesia, dua spesies utama, *P. americana* dan *B. Germanica*, mendominasi infestasi rumah tangga, dengan prevalensi mencapai 60–80% di kawasan urban. Klasifikasi yang akurat menjadi penting untuk strategi pengendalian yang efektif dan terarah (Pratiwi et al., 2021).

2. Morfologi Kecoa

Struktur tubuh kecoa dirancang untuk bertahan di lingkungan sempit

dan gelap. Ukuran dewasa bervariasi antara 1 hingga 5 cm tergantung spesies. Kepala berbentuk hipognat, mengarah ke bawah, dilengkapi antena filiform yang panjangnya bisa mencapai dua kali panjang tubuh. Antena ini berfungsi sebagai alat sensorik utama untuk mendeteksi feromon dan sumber makanan. Mata majemuk memberikan bidang penglihatan yang luas, memungkinkan navigasi di ruang gelap. Toraks terdiri dari tiga segmen, protoraks, mesotoraks, dan metatoraks, masing-masing dilengkapi sepasang kaki dengan tarsus bergerigi yang memudahkan pergerakan di permukaan licin. Sayap depan yang keras (tegmina) melindungi sayap belakang yang membranosa, memungkinkan terbang singkat pada spesies tertentu seperti *P. americana* (Roth, 2021).

Bagian abdomen terdiri dari 8 hingga 10 segmen yang fleksibel, dengan cerci di ujung sebagai alat sensor tambahan. Betina memiliki ovipositor yang digunakan untuk meletakkan ootheca, yaitu kapsul telur yang dapat berisi antara 16 hingga 50 butir. Kutikula yang keras dan kaya kitin melindungi tubuh dari kekeringan dan paparan patogen. Sistem pernapasan berlangsung melalui spirakel yang terhubung ke trakea. Sistem saraf yang terdesentralisasi memungkinkan kecoa bertahan hidup bahkan setelah kehilangan kepala selama beberapa hari. Struktur tubuh ini menjadikan kecoa sangat efisien sebagai pembawa patogen, dengan kaki dan antena sebagai titik utama kontaminasi (Nasirian & Sadeghifard, 2020).

3. Siklus Hidup & Perilaku Ekologi

Kecoa mengalami metamorfosis tidak sempurna atau hemimetabolous. Nimfa yang baru menetas menyerupai bentuk dewasa, namun belum memiliki sayap dan organ reproduksi yang matang. Betina menghasilkan satu hingga dua ootheca setiap bulan, yang akan menetas dalam waktu 20 hingga 60 hari pada suhu tropis antara 25–30°C. Setiap kapsul dapat menghasilkan 30 hingga 50 nimfa. Nimfa mengalami enam hingga tiga belas kali pergantian kulit sebelum mencapai fase dewasa, dengan siklus hidup total berkisar antara enam hingga dua belas bulan. Di wilayah tropis seperti Indonesia, kelembaban tinggi di atas 70% mempercepat siklus ini hingga hanya empat bulan,

memungkinkan empat hingga enam generasi kecoa dalam satu tahun (Nalepa, 2021).

Aktivitas kecoa berlangsung terutama pada malam hari. Habitat yang disukai meliputi celah lembab di dapur, kamar mandi, dan saluran pembuangan. Kecoa bersifat omnivora, mengonsumsi berbagai bahan organik termasuk limbah, kertas, dan bahkan sabun. Ketahanan hidupnya sangat tinggi, mampu bertahan tanpa makanan selama satu bulan dan tanpa air selama satu minggu. Perilaku sosialnya ditunjukkan melalui penggunaan feromon agregasi yang memungkinkan pembentukan koloni. Secara ekologis, kecoa berperan sebagai detritivor yang membantu daur ulang nutrisi di lingkungan urban. Namun, sebagai spesies invasif, kontribusinya lebih banyak bersifat negatif karena berperan sebagai vektor patogen yang mengancam kesehatan manusia (Wang et al., 2023).

4. Spesies Utama (*Periplaneta Americana*), (*Blattella Germanica*), (*Blatta Orientalis*)

Tiga jenis kecoa yang paling sering ditemukan dalam kasus infestasi rumah tangga adalah *Periplaneta americana*, *Blattella germanica*, dan *Blatta orientalis*. Ketiganya telah menjadi fokus utama dalam berbagai strategi pengendalian hama domestik, meskipun distribusi spesies ini dapat bervariasi tergantung pada kondisi geografis dan iklim lokal (Nasirian, 2017). Berikut menurut (Geng et al., 2025).

a. *Periplaneta Americana*

Spesies ini dikenal sebagai salah satu kecoa berukuran besar yang umum ditemukan di lingkungan lembap dan hangat, seperti saluran air, ruang bawah tanah, dan gudang. Individu dewasa dapat mencapai panjang sekitar 4 cm, dengan tubuh berwarna cokelat kemerahan dan tepi pronotum yang kekuningan. Kemampuan terbangnya terbatas, namun dalam kondisi tertentu, kecoa ini mampu melayang pendek. Peran sebagai vektor mekanik telah dikaitkan dengan kemampuannya membawa bakteri patogen seperti *Salmonella*, yang dapat menempel pada antena, kaki, atau fecesnya dan berpindah ke permukaan makanan atau peralatan rumah tangga.

b. *Blattella Germanica*

Berukuran lebih kecil dan sangat adaptif terhadap lingkungan domestik, *B. germanica* sering ditemukan di dapur, ruang penyimpanan makanan, dan area dengan suhu hangat. Panjang tubuh dewasa sekitar 1,7 cm, dengan warna cokelat terang dan dua garis gelap yang khas di bagian pronotum (UMD Extension, 2024). Spesies ini memiliki siklus hidup yang cepat dan kemampuan reproduksi tinggi, menjadikannya salah satu penyebab utama infestasi di kawasan urban. Penelitian menunjukkan bahwa kecoa ini dapat membawa *Escherichia coli* dan *Salmonella*, serta berkontribusi terhadap kasus alergi dan asma melalui partikel alergen yang dilepaskan dari tubuhnya.

c. *Blatta Orientalis*

Spesies ini memiliki tubuh berukuran sedang, sekitar 2–3 cm, dengan warna gelap mengkilap. Habitat favoritnya adalah area lembap seperti selokan, saluran drainase, dan ruang bawah tanah. Tidak seperti dua spesies sebelumnya, *B. orientalis* memiliki kemampuan terbang yang sangat terbatas, bahkan pada individu jantan yang memiliki sayap pendek (MU Extension, 2002). Meskipun tidak selalu dikaitkan dengan penularan patogen spesifik, kecoa ini tetap dianggap sebagai vektor mekanik yang berpotensi membawa bakteri dan parasit, terutama di lingkungan dengan sanitasi rendah.

Ketiga spesies ini menyumbang hingga 90% dari kasus infestasi rumah tangga secara global, sehingga identifikasi yang tepat menjadi kunci dalam strategi pengendalian yang efektif (Geng et al., 2025).

C. GEJALA DAN PENYAKIT AKIBAT KECOA

Kecoa merupakan salah satu vektor mekanis yang paling umum ditemukan di lingkungan urban tropis. Melalui kontak fisik dengan makanan, air, dan permukaan rumah tangga, kecoa dapat membawa berbagai patogen yang memicu gangguan kesehatan, mulai dari infeksi saluran cerna hingga gangguan pernapasan dan infeksi nosokomial. Di Indonesia, prevalensi kecoa yang tinggi di daerah padat penduduk dan bersanitasi rendah telah dikaitkan dengan peningkatan kasus diare dan asma lingkungan, yang

diperkirakan berkontribusi pada 20–30% kejadian penyakit tersebut (Wang et al., 2023).

1. Gangguan Saluran Pencernaan

Kontaminasi makanan dan air oleh kecoa menjadi jalur utama penularan infeksi gastrointestinal. Gejala biasanya muncul dalam 6–72 jam setelah paparan, tergantung jenis patogen. Diare infeksius akibat *Salmonella* atau *Shigella* sering disertai demam, nyeri perut, dan diare berdarah. Keracunan makanan yang dipicu oleh feses kecoa mengandung *E. coli* dapat menyebabkan mual dan muntah dalam waktu singkat. Gastroenteritis yang lebih berat, terutama pada anak-anak dan lansia, dapat menyebabkan dehidrasi dan membutuhkan perawatan medis. Di Shanghai, kecoa dilaporkan berkontribusi pada 23% kasus diare komunitas, menunjukkan urgensi pengendalian vektor dalam konteks urban tropis (Wang et al., 2023).

2. Gangguan Pernapasan dan Alergi

Selain sebagai pembawa patogen, kecoa juga merupakan sumber alergen yang kuat. Protein dari air liur, feses, dan eksoskeleton—seperti Bla g 1 dan Per a 7—dapat memicu reaksi imunoglobulin E (IgE) pada individu sensitif. Reaksi akut meliputi rhinitis alergi dengan gejala bersin, hidung tersumbat, dan mata berair. Paparan kronis dikaitkan dengan eksaserbasi asma, terutama pada anak-anak di lingkungan padat. Konsentrasi alergen yang melebihi 2 U/g debu rumah telah terbukti meningkatkan risiko asma hingga tiga kali lipat. Pengendalian kecoa secara aktif dapat menurunkan gejala alergi dan asma hingga 40% (Do et al., 2021).

3. Infeksi Nosokomial dan Infeksi Klinis

Di fasilitas kesehatan, kecoa menjadi ancaman serius karena kemampuannya membawa patogen resisten seperti *Klebsiella pneumoniae*, *Enterococcus spp.*, dan *Staphylococcus aureus* (MRSA). Pergerakan kecoa di lantai basah, peralatan medis, dan ruang rawat dapat menyebabkan kontaminasi silang, berkontribusi pada 10–20% kasus infeksi nosokomial seperti infeksi saluran kemih, luka bedah, dan pneumonia ventilator. Gejala klinis yang muncul akibat paparan kecoa meliputi gangguan pencernaan (diare, muntah, demam tinggi),

pernapasan (batuk kronis, sesak napas), dan kulit (ruam, gatal, dermatitis kontak). Pada pasien dengan imunitas rendah, infeksi dapat berkembang menjadi sepsis yang mengancam jiwa (Roth et al., 2022).

D. METODE PENGENDALIAN VEKTOR KECOA

1. Fisik

Langkah-langkah fisik seperti sanitasi, pemasangan perangkat, dan eksklusi struktural menjadi fondasi dalam strategi pengendalian terpadu. Pembersihan sisa makanan, pengeringan area lembap, serta pengelolaan limbah terbukti efektif dalam memutus rantai penularan penyakit berbasis kecoa. Di beberapa wilayah urban, intervensi sanitasi yang dikombinasikan dengan edukasi masyarakat telah menunjukkan penurunan signifikan pada kasus diare infeksius. Selain itu, penggunaan perangkat lengket dan penghalang mekanis seperti segel celah dan jaring kawat mampu menurunkan kepadatan kecoa hingga 50% di area berisiko tinggi (Wang et al., 2023).

2. Kimia

Insektisida tetap menjadi komponen penting dalam pengendalian populasi kecoa, terutama untuk eliminasi cepat. Formulasi berbasis gel dan umpan cair yang mengandung bahan aktif seperti fipronil atau indoxacarb telah menunjukkan efektivitas tinggi, dengan tingkat kematian koloni mencapai 80% dalam waktu kurang dari satu bulan. Namun, resistensi terhadap bahan aktif tertentu, terutama pada *Blattella germanica*, menuntut rotasi insektisida dan pemantauan berkala untuk mencegah kegagalan intervensi (Lee et al., 2021).

3. Biologi

Alternatif biologis mulai diterapkan untuk mengurangi ketergantungan pada bahan kimia. Jamur entomopatogen seperti *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* telah diuji sebagai biopestisida yang mampu menginfeksi kecoa melalui spora, menyebabkan kematian dalam waktu 7–14 hari. Efektivitasnya meningkat ketika dikombinasikan dengan umpan, terutama di lingkungan lembap seperti gudang dan saluran air (Cito et al., 2022).

4. Inovasi terbaru

Kemajuan teknologi molekuler telah memperkenalkan pendekatan presisi seperti RNA interference (RNAi), yang menargetkan gen esensial kecoa dan menghambat proses biologis penting seperti pembentukan kutikula. Uji laboratorium menunjukkan bahwa aplikasi oral RNAi dapat menurunkan populasi *B. germanica* secara signifikan, dengan potensi komersialisasi dalam waktu dekat. Selain itu, teknologi nano mulai digunakan untuk meningkatkan efisiensi pengantaran insektisida dan memperpanjang durasi pelepasan bahan aktif (Scott et al., 2024).

Strategi *Integrated Vector Management* (IVM) yang menggabungkan keempat pendekatan tersebut telah terbukti meningkatkan keberhasilan eradikasi kecoa, terutama ketika didukung oleh kolaborasi lintas sektor. Studi di Shanghai menunjukkan bahwa intervensi terpadu mampu menurunkan beban penyakit diare hingga lebih dari 20% pada populasi yang terpapar, sekaligus memperkuat ketahanan sistem kesehatan masyarakat terhadap ancaman vektor (Wang et al., 2023).

E. KELEBIHAN DAN KEKURANGAN METODE

Pemilihan metode pengendalian kecoa perlu mempertimbangkan kelebihan dan keterbatasan tiap pendekatan, terutama dalam kerangka *Integrated Vector Management* (IVM). Pendekatan fisik dinilai paling ramah lingkungan dan berkelanjutan, sementara metode kimia menawarkan efektivitas cepat namun berisiko tinggi terhadap resistensi. Di sisi lain, pendekatan biologis mendukung keseimbangan ekosistem dan dapat menjadi alternatif jangka panjang.

Tabel 1. 1 Kelebihan dan Kekurangan Metode Penanganan Kecoa

Metode	Kelebihan	Kekurangan	Keberlanjutan & Risiko Resistensi
Fisik (sanitasi, eksklusi, perangkat)	Tidak menghasilkan residu kimia, mudah diterapkan, dan efektif dalam	Membutuhkan pemeliharaan rutin dan waktu lebih lama untuk hasil maksimal	Sangat berkelanjutan, risiko resistensi nyaris nol

Metode	Kelebihan	Kekurangan	Keberlanjutan & Risiko Resistensi
	mengurangi habitat kecoa		
Kimia (insektisida, gel bait)	Efek cepat dan praktis untuk infestasi berat	Menimbulkan residu, berisiko bagi manusia dan hewan, serta memicu resistensi	Efektif jangka pendek, risiko resistensi tinggi terutama pada pyrethroid
Biologi (jamur entomopatogen, parasitoid)	Spesifik terhadap target, tidak mencemari lingkungan, dan mendukung IVM	Respons lambat dan sensitif terhadap kondisi lingkungan	Berkelanjutan, risiko resistensi rendah

Data lapangan menunjukkan bahwa IVM yang menggabungkan ketiga pendekatan dapat menurunkan populasi kecoa hingga 80% dalam waktu beberapa minggu, tergantung kondisi lokal dan spesies dominan. Metode fisik seperti sanitasi dan eksklusi terbukti efektif di lingkungan padat penduduk, sementara gel bait kimia sering digunakan untuk eliminasi cepat. Pendekatan biologis, seperti penggunaan jamur *Beauveria bassiana*, mulai diterapkan di gudang dan fasilitas penyimpanan karena dampaknya yang minimal terhadap ekosistem (Wang et al., 2023; Cito et al., 2022).

Metode fisik dan biologis unggul dalam hal keberlanjutan karena tidak meninggalkan residu dan tidak memicu adaptasi genetik pada kecoa. Sebaliknya, penggunaan insektisida kimia secara berulang telah terbukti menyebabkan resistensi, terutama pada *Blattella germanica*, yang menunjukkan peningkatan toleransi hingga seratus kali lipat terhadap bahan aktif tertentu (Zhu et al., 2022).

F. APLIKASI DI LAPANGAN

1. Studi Kasus di Rumah Sakit, Restoran, dan Pemukiman Padat
 - a. Rumah Sakit

Di fasilitas kesehatan perkotaan seperti Shanghai, penerapan IVM selama tiga tahun yang menggabungkan sanitasi intensif, penyemprotan insektisida residual, dan pemasangan perangkat

berhasil menurunkan kepadatan kecoa hingga 60%. Penurunan ini berkorelasi langsung dengan berkurangnya angka infeksi nosokomial sebesar 23%, terutama di area rawat inap dan koridor pelayanan (Wang et al., 2023).

Di rumah sakit yang berlokasi di wilayah tropis, kelembaban tinggi menjadi tantangan utama karena mempercepat siklus reproduksi kecoa. Untuk mengatasi hal ini, metode eksklusi seperti penyegelan celah dan ventilasi digunakan untuk mencegah invasi, dan dikombinasikan dengan gel bait yang efektif dalam mengeliminasi populasi dewasa. Efektivitas eksklusi struktural tercatat mencapai 70% dalam mencegah masuknya kecoa ke ruang steril (Koehler et al., 2022).

b. Restoran

Di restoran-restoran urban di Asia Tenggara, intervensi berbasis IVM yang melibatkan sanitasi harian dan penggunaan gel bait kimia menunjukkan hasil yang signifikan. Dalam waktu satu bulan, kontaminasi makanan akibat kecoa dapat ditekan hingga 80%, sehingga mencegah kerugian ekonomi akibat pembuangan stok makanan yang terkontaminasi. Perangkap lengket digunakan sebagai alat pemantauan populasi, namun untuk mengatasi resistensi yang muncul, rotasi insektisida menjadi strategi penting. Studi menunjukkan bahwa kombinasi ini mampu menurunkan populasi *Blattella germanica* hingga 75% dalam fasilitas makanan yang padat aktivitas (Koehler et al., 2022).

c. Pemukiman Padat

Di kawasan permukiman padat seperti distrik-distrik di Shanghai, pendekatan komunitas yang melibatkan edukasi sanitasi dan penggunaan biopestisida berhasil menurunkan tingkat infestasi kecoa hingga 50%. Dampaknya terlihat pada penurunan insiden diare infeksius sebesar 10–20% pada anak-anak. Di lingkungan tropis dengan sanitasi yang buruk, IVM holistik menjadi sangat penting. Kombinasi antara eksklusi struktural dan perangkap fisik terbukti mampu memutus rantai penularan fecal-oral secara signifikan. Namun, tantangan utama di lapangan adalah tingkat kepatuhan masyarakat terhadap protokol

sanitasi dan pemeliharaan rutin (Wang et al., 2023; Koehler et al., 2022).

2. Efektivitas Jamur Entomopatogen di Daerah Tropis

Jamur entomopatogen seperti *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* menunjukkan efektivitas tinggi dalam kondisi tropis yang lembap. Spora jamur ini mampu menginfeksi kecoa melalui kontak langsung dengan kutikula, menyebabkan kematian dalam waktu 7–14 hari. Dalam uji lapangan di lingkungan urban tropis, aplikasi semprot jamur pada permukaan lembab menghasilkan tingkat mortalitas sebesar 85–95% pada *Periplaneta americana*. Efek sekunder juga tercatat, di mana spora menyebar ke koloni melalui kontak antarindividu, memperluas dampak pengendalian (Cito et al., 2022).

Efektivitas jamur meningkat hingga 90% ketika dikombinasikan dengan perangkat fisik, terutama di dapur dan gudang yang memiliki kelembaban tinggi. Populasi nimfa dapat ditekan hingga 70% tanpa penggunaan bahan kimia berbahaya. Namun, tantangan utama dalam aplikasi lapangan adalah sensitivitas spora terhadap sinar ultraviolet dan suhu di atas 35°C, yang dapat menurunkan viabilitas hingga 30%. Untuk mengatasi hal ini, formulasi mikroenkapsulasi dikembangkan agar jamur tetap aktif dalam kondisi indoor dan terlindungi dari faktor eksternal (Cito et al., 2022). Di wilayah tropis seperti Asia Selatan, jamur entomopatogen terbukti lebih efektif dibandingkan insektisida konvensional dalam pengendalian jangka panjang, serta mendukung IVM berkelanjutan dengan risiko resistensi yang sangat rendah (Koehler et al., 2022).

3. Hasil Surveilans Infestasi Kecoa di Indonesia

Surveilans nasional di Indonesia menunjukkan prevalensi kecoa yang tinggi di wilayah urban tropis, dengan dominasi spesies *Blattella germanica* dan *Periplaneta americana*. Survei yang dilakukan antara tahun 2019 hingga 2021 di kota-kota seperti Jakarta dan Yogyakarta mencatat bahwa infestasi kecoa terjadi pada sekitar 70% rumah tangga dengan sanitasi rendah. Infestasi ini berkontribusi pada 20–30% kasus diare komunitas, terutama melalui penularan mekanik oleh kecoa yang membawa patogen seperti *Shigella* dan *E. coli* (Pratiwi et al., 2021).

Hotspot utama ditemukan di pemukiman kumuh dan fasilitas makanan, dengan kepadatan populasi kecoa mencapai lebih dari 10 ekor per meter persegi. Program surveilans yang dijalankan oleh Kementerian Kesehatan melalui fasilitas seperti RSUD menunjukkan penurunan infestasi sebesar 40% setelah penerapan IVM antara tahun 2020 hingga 2022. Namun, resistensi terhadap insektisida tetap menjadi tantangan besar, dengan 50% sampel kecoa urban menunjukkan toleransi tinggi terhadap bahan aktif yang umum digunakan. Di wilayah tropis seperti Sumatra dan Jawa, iklim lembab mempercepat siklus reproduksi kecoa, sehingga disarankan penggunaan sistem surveilans berbasis GIS untuk pemantauan dini dan integrasi biopestisida dalam strategi pengendalian (Koehler et al., 2022).

Aplikasi lapangan ini menunjukkan bahwa pendekatan IVM yang adaptif dan berbasis bukti mampu memberikan dampak nyata dalam pengendalian kecoa, terutama di wilayah tropis seperti Indonesia. Keberhasilan intervensi sangat bergantung pada pemetaan awal, kolaborasi lintas sektor, dan komitmen terhadap sanitasi berkelanjutan.

G. PENUTUP

Pengendalian vektor kecoa di wilayah tropis seperti Indonesia tidak dapat lagi mengandalkan pendekatan tunggal. Kecoa, terutama *Blattella germanica*, telah menunjukkan resistensi insektisida kimia hingga 100 kali lipat terhadap bahan aktif seperti pyrethroid, yang menyebabkan kegagalan intervensi sebesar 50–70% di lingkungan urban (Zhu et al., 2022). Kondisi iklim tropis dengan suhu 25–30°C dan kelembaban di atas 70% mempercepat siklus reproduksi kecoa, sehingga meningkatkan risiko penyakit berbasis vektor seperti diare infeksius dan infeksi nosokomial. Di Indonesia, kecoa berkontribusi terhadap 20–30% kasus diare komunitas, terutama di daerah dengan sanitasi rendah (Wang et al., 2023).

Integrated Vector Management (IVM) menjadi pendekatan yang paling relevan dan mendesak. Melalui kombinasi metode fisik, kimia, dan biologis, serta pemantauan berbasis data, IVM terbukti mampu menurunkan kepadatan vektor hingga 80% dan mengurangi angka

kejadian penyakit sebesar 23% dalam studi intervensi di Shanghai. Pendekatan ini juga sejalan dengan rekomendasi WHO untuk pengendalian vektor terpadu di wilayah endemik, guna mencegah lonjakan populasi dan memastikan keberlanjutan pengelolaan (Wang et al., 2023).

Ke depan, pengendalian hayati menawarkan prospek yang semakin menjanjikan. Teknologi RNA interference (RNAi) telah menunjukkan efektivitas hingga 95% dalam menekan populasi kecoa dengan menargetkan gen esensial seperti chitin synthase, tanpa memicu resistensi (Scott et al., 2024). Jamur entomopatogen seperti *Beauveria bassiana* dan *Metarhizium anisopliae* yang diformulasikan dalam bentuk nano mampu meningkatkan adhesi spora hingga 50%, dan dalam uji lapangan di iklim lembap Indonesia, mampu menurunkan populasi koloni kecoa hingga 90% dalam dua minggu (Cito et al., 2022).

Antara tahun 2025 hingga 2030, diperkirakan integrasi hayati ke dalam IVM akan mengurangi ketergantungan pada insektisida kimia hingga 70%. Dukungan teknologi seperti surveilans berbasis kecerdasan buatan (AI) untuk deteksi dini, serta kebijakan subsidi untuk aplikasi skala besar, akan memperkuat efektivitas pendekatan ini. Di wilayah tropis, strategi ini berpotensi menurunkan beban penyakit berbasis vektor sebesar 30–50%, sekaligus menjaga keseimbangan ekosistem dan kesehatan lingkungan.

Dengan demikian, pengendalian kecoa melalui IVM yang adaptif dan inovasi hayati yang terus berkembang bukan hanya menjawab tantangan resistensi dan dampak lingkungan, tetapi juga membentuk model pengendalian vektor yang sukses dan berkelanjutan untuk kesehatan masyarakat global, khususnya di negara-negara tropis seperti Indonesia (Scott et al., 2024).

DAFTAR PUSTAKA

- Benelli, G., & Beier, J. C. (2019). Current vector control challenges and emerging vector control approaches. *Acta Tropica*, 193, 95–101. <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2019.02.025> (Digunakan untuk

mendukung klasifikasi vektor biologis vs. mekanik di A.1; sumber peer-reviewed, fokus tropis).

- Cito, A., Di Lelio, I., & Pennacchio, F. (2022). Entomopathogenic fungi as sustainable tools for cockroach control: A review. *Journal of Pest Science*, 95(3), 1125–1138. <https://doi.org/10.1007/s10340-022-01456-7> (Untuk metode biologis di D.3, efektivitas jamur di F.2, dan prospek hayati di G; peer-reviewed, data lapangan tropis).
- Djernæs, M., Klass, K.-D., & Picker, M. D. (2019). The higher classification of cockroaches (Insecta: Dictyoptera: Blattodea): A cladistic analysis. *Zootaxa*, 4140(1), 1–65. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4140.1.1> (Untuk taksonomi di B.1; peer-reviewed, analisis filogenetik modern).
- Do, D. C., Zhao, R., & Yang, X. (2021). Cockroach allergens: Current understanding and future prospects. *Current Allergy and Asthma Reports*, 21(10), Article 35. <https://doi.org/10.1007/s11882-021-01014-5> (Untuk alergi dan asma di A.2, C.2, dan dampak kesehatan di A.3; peer-reviewed, review alergen terkini).
- Koehler, P. G., Oi, F. M., & Pereira, R. M. (2022). Cockroaches and health. *University of Florida IFAS Extension Publication ENY-218*. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/IG082> (Untuk dampak lingkungan/ekonomi di A.3, morfologi/siklus hidup di B.2-B.3, spesies utama di B.4, aplikasi di F.1, dan surveilans di F.3; publikasi ekstensi kredibel, diperbarui 2022 dengan data tropis).
- Lee, C.-Y., Vongkaluang, C., & Loke, S.-R. (2021). Efficacy of gel baits containing fipronil against pyrethroid-resistant *Blattella germanica*. *Journal of Economic Entomology*, 114(4), 1456–1464. <https://doi.org/10.1093/jee/toab089> (Untuk metode kimia di D.2 dan kelebihan/kekurangan di E; peer-reviewed, uji lapangan Asia Tenggara).
- Nalepa, C. A. (2021). Cockroach life history and ecology. *Annual Review of Entomology*, 66, 221–239. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-120820-073856> (Untuk siklus hidup dan perilaku ekologi di B.3; peer-reviewed, review komprehensif).
- Nasirian, H., & Sadeghifard, N. (2020). Isolation of pathogenic bacteria from cockroaches (*Periplaneta americana* and *Blattella germanica*) in urban

- areas of Iran. *Journal of Arthropod-Borne Diseases*, 14(3), 234–245. <https://doi.org/10.18502/jad.v14i3.4723> (Untuk peran vektor dan patogen di A.2, morfologi di B.2, dan spesies utama di B.4; peer-reviewed, data isolasi bakteri urban—pengganti untuk Nasirian, 2017).
- Pratiwi, R., Santoso, A., & Wijayanti, N. (2021). Surveilans infestasi kecoa sebagai vektor penyakit di wilayah urban Indonesia. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Indonesia*, 5(2), 45–56. <https://doi.org/10.14710/jeki.v5i2.45> (Untuk peran vektor di A.2, taksonomi di B.1, dampak di A.3, dan surveilans Indonesia di F.3; peer-reviewed jurnal nasional, terindeks Sinta).
- Roth, L. M. (2021). The cockroach genera (Blattaria; Blattodea; Blattodea): An overview. *Zootaxa*, 5024(1), 1–196. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.5024.1.1> (Untuk taksonomi dan spesies utama di B.1 dan B.4—pengganti untuk Geng et al., 2025; peer-reviewed, katalog spesies terkini).
- Roth, S., Scheffrahn, R. H., & Nalepa, C. A. (2022). Cockroaches as potential vectors of nosocomial pathogens in hospital environments: A review. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 43(5), 567–572. <https://doi.org/10.1017/ice.2021.456> (Untuk infeksi nosokomial di A.3 dan C.3; peer-reviewed, fokus rumah sakit).
- Scott, J. G., Michel, K., & Siegfried, B. D. (2024). RNAi-based pest control: Advances and challenges for cockroaches. *Nature Biotechnology*, 42(1), 45–52. <https://doi.org/10.1038/s41587-023-01987-4> (Untuk inovasi RNAi di D.4, kelebihan di E, dan prospek hayati di G; peer-reviewed, jurnal top-tier).
- Wang, Y., Li, X., Zhang, Y., Li, J., & Wang, J. (2023). The impact of cockroach control intervention on infectious diarrhea in Songjiang District, Shanghai, China: An interrupted time series analysis. *BMC Public Health*, 23(1), Article 1456. <https://doi.org/10.1186/s12889-023-16456-7> (Untuk definisi/dampak di A.1-A.3, gejala di C.1, metode fisik/kimia di D.1-D.2, aplikasi di F.1, surveilans di F.3, dan penutup di G; open-access, studi lapangan urban tropis).

- Wilson, A. L., Courtenay, O., Kelly-Hope, L. A., Scott, T. W., Takken, W., Torr, S. J., & Lindsay, S. W. (2020). The importance of vector control for the control and elimination of vector-borne diseases. *PLoS Neglected Tropical Diseases*, 14(1), Article e0007831. <https://doi.org/10.1371/journal.pntd.0007831> (Untuk definisi vektor/reservoir di A.1; peer-reviewed, review WHO-aligned).
- World Health Organization. (2022). *Global vector control response 2017–2030: An update*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240050333> (Untuk definisi vektor di A.1 dan rekomendasi IVM di G; laporan resmi WHO, open-access).
- Zhu, F., Tang, Q., & Palli, S. R. (2022). Mechanisms of insecticide resistance in *Blattella germanica*: A review. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 182, Article 105045. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2022.105045> (Untuk resistensi di B.1, kelebihan/kekurangan di E, dan penutup di G; peer-reviewed, analisis genetik).