PENDAHULUAN

Latar Belakang

Diare adalah perubahan feses atau tinja dari keadaan normal pada buang air besar yang ditandai dengan peningkatan frekuensi dan konsistensi tinja yang lebih encer dan lebih sering dari keadaan biasanya. (Asmara & Artastra, 2020) Menurut *World Health Organization (WHO),* diare merupakan buang air besar dengan konsistensi tinja lembek hingga encer dan frekuensi >3 kali sehari. (Asmi *et al*, 2020)

Penyakit diare merupakan salah satu masalah kesehatan di negara berkembang terutama di Indonesia, baik di perkotaan maupun di pedesaan. Penyakit diare bersifat endemis juga sering muncul sebagai Kejadian Luar Biasa (KLB) dan diikuti korban yang tidak sedikit. Untuk mengatasi penyakit diare dalam masyarakat baik tatalaksana kasus maupun untuk pencegahannya sudah cukup dikuasai. Akan tetapi permasalahan tentang penyakit diare masih merupakan masalah yang relatif besar. (Yanti, 2018)

Tahun 2017, Profil Kesehatan Indonesia menunjukkan terdapat 7.077.029 kasus penderita diare di Indonesia, dan Provinsi Sulawesi Selatan dengan jumlah kasus sebanyak 234.638 termasuk kategori jumlah yang tinggi. Dan di tahun yang sama, tingginya kasus diare masih terjadi di Kota Makassar sebanyak 62.034 kasus dan yang berhasil tertangani hanya 28.257 kasus. Itu artinya kurang lebih 33 ribu kasus yang belum atau tidak ditangani. (Birawida *et al,* 2020)

Diare merupakan penyakit kedua (setelah flu) yang sering menyerang anak-anak. Setiap tahun, sekitar 1500 juta kejadian diare pada balita, dan dari kasus tersebut terdapat 3 juta anak meninggal, dan jutaan anak lainnya secara tidak langsung meninggal karena efek gabungan dari diare dan malnutrisi. Dan menurut perkiraan, sekitar 70 persen kasus diare terjadi karena makanan yang terkontaminasi. (Suraya, 2020)

Di Indonesia kejadian diare pada tahun 2012 tertinggi di Sumatera Selatan dengan jumlah penderita 292 jumlah kematian 8 (CFR 2,74%), tahun 2013 tertinggi di Sulawesi Tengah dengan jumlah penderita 167 jumlah kematian 4 (CFR 2,40%), pada tahun 2014 kasus diare tertinggi di NTT dengan jumlah penderita 2.089 jumlah kematian 23 (CFR 1,10%). Data terakhir tahun 2014 kejadian diare tertinggi di Sulawesi Selatan berada pada Kabupten Enrekang dengan jumlah 44 kasus terdapat 1 kematian. (Putri, 2019)

Data dari Dinas Kesehatan Kota Parepare, pada tahun 2017-2019 diperoleh jumlah diare pada balita sebanyak 5.385 orang yaitu Kecamatan Ujung sebanyak 2.171 orang, Kecamatan Soreang sebanyak 1.289 orang, Kecamatan Bacukiki sebanyak 452 orang, dan Kecamatan Bacukiki Barat sebanyak 1.473 orang. (Asmi *et al,* 2020)

Keberadaan lalat merupakan masalah kesehatan masyarakat yang penting. Lalat termasuk vektor mekanis (*mechanical transport*). Karena lalat dapat menyebabkan bakteri yang menempel pada kaki, bulu, sayap, dan badan yang disebarkan lalat saat hinggap. Lalat yang terkontaminasi bakteri dapat menyebarkan bakteri ke makanan yang dihinggapinya. (Sukmawati *et al*, 2019)

Lalat apabila hinggap pada makanan, selain memakan makanan lalat juga sekaligus membuang kotorannya untuk meringankan tubuhnya sebelum terbang. Oleh karena cara kerja lalat yang demikian, maka lalat menjadi hewan yang sangat berpotensi mencemari makanan dengan berbagai mikroba, misalnya *Salmonella*, *E-coli*, *Cryptosporidium*, *Listeria* dan sebagainya serta berbagai bakteri pembusuk. (Tri Andini, Santy Deasy Siregar, 2019)

Lalat termasuk golongan serangga yang tersebar luas di seluruh dunia. Lalat berperan sebagai vektor penyakit terutama penyakit pada saluran pencernaan seperti kolera, disentri, *typhoid*, diare, keracunan makanan dan lainnya. Lalat termasuk serangga yang mempunyai siklus hidup dari telur

menjadi larva, kemudian pupa dan dewasa. Lalat menyukai makanan basah, daging, buah-buahan yang sudah membusuk. Lalat pada dasarnya hanya dapat mengambil makanan yang basah dan apabila hinggap pada makanan yang kering, maka lalat akan memuntahkan banyak air liurnya beserta cairan dari isi perutnya yang banyak mengandung enzim pencernaan beserta aneka mikroba (bakteri, protozoa, virus, dan lainnya) yang ada didalam ususnya untuk membuat permukaan makanan menjadi basah dan mudah ditelan. (Tri Andini, Santy Deasy Siregar, 2019)

Tingginya angka kepadatan lalat dipengaruhi karena adanya tempat-tempat perindukan lalat seperti tempat pembuangan sampah atau genangan air SPAL yang menjadi pemicu penyebab penyakit diare, hal ini bisa berasal dari makanan atau minuman yang tercemar bakteri yang dibawa oleh lalat. (Ismawati, Hariati Lestari, 2016)

Kepadatan lalat juga dapat bergantung pada kondisi iklim seperti suhu dan kelembaban tinggi, sanitasi yang buruk, tempat pembuangan sampah yang tidak memadai, kurangnya kepedulian terhadap *hygiene* perorangan dan kesulitan mengendalikan vektor sehingga faktor lingkungan rumah seperti sarana sanitasi dapat berpengaruh terhadap keberadaan lalat. Pengendalian lalat bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit yang dapat ditularkan oleh lalat dengan cara menurunkan tingkat kepadatannya yaitu, perbaikan hygiene dan sanitasi lingkungan, pengendalian secara langsung dengan cara fisik, kimia dan biologi.(Kartini, 2019)

Usaha pengendalian lalat seharusnya merupakan salah satu program di setiap daerah. Penelitian tentang lalat yang meliputi kepadatan jarang dilakukan di Indonesia. Data tentang kepadatan, aktivitas dan jenis lalat sesungguhnya sangat diperlukan untuk pengendalian populasi lalat sehingga dapat diketahui kapan, di mana dan bagaimana pengendalian yang efektif dan efisien. (Masyhuda, Retno Hestiningsih, 2017)

Pengendalian penyakit tular vektor saat ini masih bertumpu pada penggunaan insektisida. (Setiyaningsih *et al*, 2014) Insektisida adalah bahan yang mengandung senyawa kimia yang bisa mematikan semua jenis serangga. Insektisida telah banyak digunakan sebagai salah satu alat yang paling efektif dalam program pengendalian vektor karena potensinya. Sayangnya, itu memiliki banyak efek samping yang serius bagi manusia, insektisida harus diganti dengan jenis atau golongan lain atau diciptakan insektisida baru untuk memberantas serangga tersebut. (Amrullah, 2015). Penggunaan insektisida ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya muncul populasi yang kebal terhadap insektisida, terjadinya kontaminasi lingkungan serta membunuh organisme bukan sasaran. Pemakaian insektisida dalam jangka waktu yang lama dan terus menerus dapat meyebabkan terjadinya resistensi. (Setiyaningsih *et al*, 2014)

Menurut penelitian Lasbudi dengan judul "Pengendalian Nyamuk Vektor Menggunakan Teknik Serangga Mandul (TSM)", menyebutkan bahwa dampak negatif penggunaan insektisida memicu pengembangan metode baru salah satunya adalah metode modifikasi nyamuk secara genetik (GMM/*genetically modified mosquitoes*). Strategi yang saat ini sedang dikembangkan dalam GMM adalah pelepasan serangga jantan mandul yang sudah terpapar radiasi ke dalam populasi serta integrasi gen letal dominan di bawah pengaruh promoter spesifik pada serangga jantan pradewasa. Teknologi GMM ini dapat diterapkan dan disesuaikan dengan metode pengendalian vektor lainnya, yang berarti bisa juga untuk pengendalian lalat. (Ambarita, 2015)

Teknik Serangga Mandul (TSM) merupakan salah satu cara pengendalian vektor yang ramah lingkungan, efektif, dan potensial. Teknik ini disebut juga sebagai pengendalian spesifik spesies, yaitu membunuh vektor dengan vektor itu sendiri (*autocidal technique*). (Ramadhani *et al*, 2017)

Teknik serangga mandul juga telah digunakan secara luas dan berhasil mengendalikan beberapa jenis spesies hama, diantaranya adalah eradikasi lalat *screwworm* di dunia baru (*New World*), *Cochliomyia hominivorax* di Amerika Serikat, Meksiko dan seluruh Amerika Tengah, pengendalian lalat buah Mediterania *Ceratitis capitata* dan eradikasi lalat tsetse *Glossina austeni* di Pulau Zanzibar. Afrika Selatan saat ini telah berhasil menggunakan TSM untuk mengendalikan lalat buah Mediterania (*Medfly*) di lembah Hex River.(Ambarita, 2015a)

Aplikasi teknik serangga mandul telah diuji cobakan pada nyamuk *Aedes Aegypti* dalam pengendalian vektor demam berdarah dan berhasil menurunkan populasi nyamuk sebesar 95,23 persen. Kondisi itu bertahan 3-6 bulan hingga kasus DBD kembali muncul. Hasil penelitian terhadap nyamuk jenis *Aedes Aegypty* yang dilakukan Batan, ternyata bisa memandulkan nyamuk tersebut sampai 100 persen.(Ramadhani et al., 2017)

Berdasarkan uraian di atas, penulis bermaksud melakukan studi literatur mengenai pengaruh aplikasi teknik serangga mandul pada lalat sebagai alternatif pengendalian kepadatan lalat dan pencegahan penyakit diare.

Rumusan Masalah

Bagaimana mengumpulkan data dan informasi melalui studi literatur tentang teknik serangga mandul sebagai alternatif pengendalian kepadatan lalat dan pencegahan diare ?

Tujuan Penelitian

Mengumpulkan data dan informasi untuk mendeskripsikan, menganalisis pengaruh teknik serangga mandul sebagai alternatif pengendalian kepadatan lalat dan pencegahan diare.

Manfaat Penelitian

1. Bagi Masyarakat
   Sebagai tambahan informasi mengenai pengendalian kepadatan lalat menggunakan teknik serangga mandul dan pencegahan diare
2. Bagi Penulis
   Untuk menambah wawasan mengenai teknik serangga mandul sebagai altenatif mengurangi kepadatan lalat dan pencegahan penyakit diare. Serta menambah pengalaman di masyarakat dan belajar membuat penelitian ilmiah.

KAJIAN TEORI

Lalat

Lalat juga satu insekta yang mengalami metamorfosis sempurna yaitu melalui stadium telur, stadium larva atau ulat, stadium pupa atau kepompong dan stadium dewasa. Umumnya, lalat memiliki umur sekitar 2-3 minggu, tetapi pada keadaan lebih sejuk bisa mencapai tiga bulan. Lalat termasuk dalam ordo diptera, yaitu insecta yang memiliki sepasang sayap berbentuk membran. Saat ini ditemukan tidak kurang dari 60.000 sampai dengan 100.000 spesies lalat. Beberapa lalat yang paling penting ialah lalat rumah (*Musca domestica*) dan lalat hijau (*Lucilia illustris*). Peran lalat dapat menyebabkan penyakit bersifat mekanis, dengan terkontaminasinya makanan oleh bibit penyakit yang bertepatan menempel pada tubuh, kaki, ataupun bulu-bulu lalat saat hinggap di makanan tersebut. (Prajnawita, 2020)

1. Lalat Rumah (*Musca Domestica*)

Lalat rumah termasuk *family Muscidae* sebarannya di seluruh dunia, berukuran sedang dan panjang 6-8 mm, berwarna hitam keabu-abuan dengan empat garis memanjang gelap pada bagian dorsal toraks dan satu garis hitam medial pada abdomen *dorsal*, matanya pada yang betina mempunyai celah yang lebih lebar sedangkan lalat jantan lebih sempit, antenanya terdiri dari tiga ruas, bagian mulut atau *proboscis* lalat disesuaikan khusus dengan fungsinya untuk menyerap dan menjilat makanan berupa cairan, sayapnya mempunyai vena 4 yang melengkung tajam kea rah kosta mendekati vena 3, ketiga pasang kaki lalat ini ujungnya mempunyai sepasang kuku dan sepasang bantalan disebut *pulvilus* yang berisi kelenjar rambut. Sebagaimana umumnya tubuh insekta lainnya, tubuh Musca domestica dibagi menjadi 3 bagian, yaitu kepala, dada (*toraks*) dan perut (*abdomen*). Lalat ini berukuran medium, yaitu panjang 6-9 mm, berwarna abu-abu,

dan mempunyai 4 pita yang berupa garis memanjang pada permukaan toraks. Memiliki mata majemuk yang besar, pada bentuk jantan kedua mata majemuk agak berdekatan, tetapi bentuk betina lebih berjauhan.(Sukmawati et al., 2020)

2. Lalat Hijau (*Chrysoma Megacephala*)

Lalat hijau merupakan spesie jenis lalat yang umum di wilayah Asia Tenggara dan menyebar secara luas sampai ke Oceania dan Australia. Penyebaran yang luas agaknya dimungkinkan pula oleh daya adaptasinya yang tinggi. Lalat biasanya berkembang biak di bahan yang cair atau semi cair yang berasal dari hewan, termasuk daging, daging busuk, ikan, sampah ikan, bangkai, sampah penyembelihan, sampah dan tanah yang mengandung kotoran hewan. Secara umum lalat *chrysomya megacephala* memiliki pembagian tubuh yang sama seperti lalat pada umumnya. Tubuh terbagi atas tiga bagian yaitu kepala, thoraks dan abdomen, serta dilengkapi dengan sepasang sayap. Ciri umum *chrysomya megacephala* dewasa selain memiliki warna tubuh hijau kebiruan metalik, mengkilat, lalat ini memiliki ukuran kira-kira 1,5 kali lalat rumah. Sayapnya jernih dengan guratan venasi yang jelas, seluruh tubuh tertutup dengan bulu-bulu pendek diselingi dengan bulu-bulu keras dan jarang letaknya. Mempunyai abdomen berwarna hijau metalik. Lalat jantan memiliki sepasang mata yang cenderung bersatu atau holoptik sedangkan lalat betina memiliki sepasang mata yang sedikit terpisah antara satu dan lainnya atau dikoptik. (Sukmawati et al., 2020)

3. Lalat buah (*Bactrocera*)

Lalat buah adalah hama penganggu yang termasuk ke dalam ordo Diptera famili *tephritidae*. Di dunia famili *tephiritidae* berjumlah kurang lebih 4000 spesies dan dikelompokkan ke dalam 500 genus. Beberapa penelitian tentang spesies lalat buah telah banyak dilaporkan yaitu, di

asia terdapat 180 spesies di Yogyakarta terdapat 2 spesies. Di daerah Indo-Pasifik terdapat 60 spesies, sedangkan di Indonesia Bagian Barat terdapat 90 spesies. Ciri-ciri dari lalat buah ini yaitu memiliki tubuh berwarna kuning atau coklat, dan memiliki mata yang berwarna merah. Lalat buah dewasa umumnya ditemui hidup bergerombolan pada buah-buahan yang masak yang mengandung air, misalnya buah nanas (A*nanas comunis*), papaya (*Carica papaya*), pisang (*Musa sp*) dan buah lainnya. Sedangkan larvanya tumbuh dan berkembang pada buah yang membusuk. (Sukmawati et al., 2020)

Bionomik Lalat

Adapun bionomik lalat sebagai berikut (Putri, 2019) :

1. Tempat perindukan

Lalat menyenangi tempat-tempat yang basah seperti tumbuh-tumbuhan yang
busuk, sampah basah, kotoran binatang, benda-benda organic dan kotoran yang
menumpuk secara kumulatif (di kandang hewan) sangat disenangi oleh larva lalat. Lalat tidak menyukai tempat berbiak yang kondisinya tercecer. Tempat yang
secara umum perindukan bagi lalat adalah tempat yang kotor dan basah.

2. Kebiasaan makan

Lalat memiliki kebiasaan memakan makanan yang dimkan oleh manusia dalam sehari-hari contohnya gula serta makanan lainnya. Bentuk makanannya cair atau makanan yang basah, sedangkan makanan yang kering dibasahi oleh ludahnya terlebih dahulu, baru dihisap. Kondisi makanan yang temperatur tinggi lebih disukai lalat daripada lingkungan yang ada di sekitarnya.

3. Kebiasaan hidup

Lalat rumah (*musca domestica*) bersifat tidak menggigit, tetapi mempunyai tipe mulut menjilat. Lalat rumah sering ditemukan di tempat timbunan sampah dan kandang ternak. Kebanyakan lalat hijau (*C. Megacephala* dan *Lucilia sp*) memakan zat-zat organic yang baunya membusuk dan lalat berkembangbiak di dalam bangkai meletakkan telur pada tubuh hewan yang mati dan larva makan dari jaringan-jaringan yang membusuk.

4. Jarak terbang

Jarak terbang dipengaruhi dengan ketersediaan makanan yang ada, rata-rata 6-9 km kadang-kadang mencapai 19-20 km dari tempat berbiak atau 7-12 mil dari tempat perkembangbiakannya. Lalat mampu terbang 4 mil/jam.

5. Tempat istirahat

Lalat memilih tempat istirahat yang kondisi sejuk/lembab, lalat juga lebih menyukai tempat yang tidak berangun tetapi sejuk, dan kalau malam hari sering hinggap di semak-semak diluar tempat tinggal. Lalat istirahat di tempat dimana ia hinggap dan/atau tempat yang dekat dari tempat hinggapnya.

6. Temperatur dan kelembaban

Lalat mulai terbang pada temperatur 15°C dan aktifitas optimumnya pada temperatur 21 °C. Pada temperatur di bawah 7,5°C tidak aktif dan di atas 45°C terjadi kematian pada lalat. Kelembaban erat hubungannya dengan temperatur setempat. Kelembaban berbanding terbalik dengan temperatur. Jumlah lalat pada musih hujan lebih banyak dari pada musim panas. Lalat sangat sensitif terhadap angin yang kencang, sehingga kurang aktif untuk keluar mencari makanan pada waktu kecepatan angin. (Ayu Anita Pertiwi & Raden, 2019)

7. Warna dan Aroma

Lalat tertarik pada cahaya terang seperti warna putih dan kuning, tetapi takut pada warna biru. Lalat tertarik pada bau atau aroma tertentu, termasuk bau busuk dan esen buah. Bau sangat berpengaruh pada alat indra penciuman, bau merupakan stimulus utama yang menuntun serangga dalam mencari makanannya, terutama bau yang menyengat. Organ kemoreseptor terletak pada antena, maka serangga dapat menemukan arah datangnya bau. (Ayu Anita Pertiwi & Raden, 2019)

Pengendalian Vektor Lalat

Lalat memiliki kemampuan reproduksi yang cepat. Siklus hidup lalat memerlukan waktu sekitar lima belas hari. Lalat tidak dapat diberantas habis tetapi dapat dikendalikan sampai dengan batas yang tidak membahayakan atau menimbulkan masalah bagi kesehatan masyarakat, pengendalian lalat dapat dilakuakan dengan berbagai cara, baik secara kimia, fisik, dan biologis. (H. B. Lestari & Caesar, 2019)

Tindakan pengendalian lalat bertujuan untuk mencegah penyebaran penyakit yang dapat ditularkan oleh lalat dengan cara menurunkan tingkat kepadatannya. (Kartini, 2019)

1. Pemberantasan lalat secara langsung

Menurut Sang Gede purnama (2015, h.74) cara yang digunakan untuk membunuh lalat secara langsung adalah cara fisik, cara kimiawi, dan cara biologi.

a. Cara fisik

Cara pemberantasan secara fisik adalah cara yang mudah dan aman, tetapi kurang efektif apabila lalat dalam kepadatan yang tinggi. Cara ini hanya cocok untuk digunakan pada skala kecil. Berikut merupakan contoh pemberantasan lalat secara fisik :

1) Perangkap dan pembunuh elektronik (*lighttrap*)

Lalat yang tertarik pada cahaya akan terbunuh setelah kontak dengan jeruji yang bermuatan listrik.

2) Membuat pintu dua lapis
   Daun pintu pertama ke arah luar dan lapisan kedua merupakan pintu kasa yang dapat membuka dan menutup sendiri. Hal ini sering dijumpai di kota-kota besar atau gedung-gedung bertingkat.
3) Umpan kertas lengket berbentuk pita atau lembaran
   Alat ini banyak tersedia di pasar menarik lalat karena kandungan gulanya dan lalat yang hinggap pada alat ini akan terperangkap oleh lem. Alat ini dapat berfungsi beberapa minggu jika tidak tertutup sepenuhnya oleh debu atau lalat yang terperangkap.
   Menurut Kumala, (2016) dalam skripsinya, pada cara pengendalian ini digunakan alat fisik untuk pemanasan, pembekuan dan penggunaan alat listrik untuk pengadaan angin, penyinaran yang dapat membunuh atau mengganggu kehidupan serangga. Suhu 600°C dan suhu beku, akan membunuh serangga, sedangkan suhu dingin menyebabkan serangga tidak mungkin melakukan aktivitasnya.

b. Cara biologi
   Termasuk pengendalian alami adalah faktor-faktor ekologi yang bukan tindakan manusia. Faktor-faktor tersebut di antaranya adalah topografi, ketinggian (*altitude*), iklim dan musuh alami.
   1) Pengendalian lingkungan (*environmental control*)
      Pengendalian dilakukan dengan cara mengelola lingkungan (*environmental management*), yaitu memodifikasi atau memanipulasi lingkungan, sehingga terbentuk lingkungan yang tidak cocok (kurang baik) yang dapat mencegah atau membatasi perkembangan vektor.

2) Modifikasi lingkungan

Cara ini paling aman terhadap lingkungan, karena tidak merusak keseimbangan alam dan tidak mencemari lingkungan, tetapi harus dilakukan terus menerus. Sebagai contoh misalnya :

a) Pengaturan sistem irigasi
b) Penimbunan tempat-tempat yang dapat menampung air dan tempat-tempat pembuangan sampah
c) Pengaliran air yang menggenang menjadi kering
d) Pengubahan rawa menjadi sawah
e) Pengubahan hutan menjadi tempat pemukiman

Menurut Ambarita, (2015) dalam skripsinya, cara ini berkaitan dengan mengubah sarana fisik yang ada dan hasilnya bersifat permanen. Sebagai contohnya adalah pengaturan sistem irigasi, penimbunan tempat-tempat yang dapat menampung air dan tempat-tempat pembuangan sampah, dan penimbunan tempat pengaliran air yang menggenang menjadi kering. Menurut Arisman, (2008) pengendalian lalat, kecoa, dan tikus, dapat dilakukakn dengan cara (1) membersihkan tempat sampah dan menutupnya bila tidak sedang digunakan; (2) membuang makanan dan melenyapkan tempat perlindungan pes dengan jalan memberlakukan prinsip sanitasi dan proteksi yang benar, seperti menutup makanan, membersihkan tempat pemrosesan, dan mencegah agar kecoa tidak bersarang dalam rumah (biasanya di belakang atau di bawah lemari).

c. Cara kimia

Untuk pengendalian ini digunakan bahan kimia untuk membunuh serangga. Kebaikan cara pengendalian ini ialah dapat dilakukan dengan segera, meliputi daerah yang luas, sehingga dapat menekan populasi serangga dengan waktu cepat. Keburukannya hanya bersifat sementara, dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, resistensi serangga

terhadap insektisida. Contoh cara ini adalah menuangkan solar/minyak tanah di permukaan tempat perindukan sehingga larva serangga tidak dapat mengambil oksigen dari udara. (Ambarita, 2015)

Pemberantasan lalat dengan insektisida. Insektisida meliputi insektisida nabati contohnya daun suren, daun selasih, daun trengguli dan insektisida buatan contohnya, *malation* dan *ronnel*. Untuk membasmi lalat menggunakan insektisida bisa dilakukan dengan cara :

1) Larva
   Penyemprotan pada tempat perkembangbiakan, dengan menggunakan *malation* (sebagai emulsi).
2) Lalat dewasa
   Untuk pembasmian lalat dewasa bisa dilakukan penyemprotan udara atau pengasapan (*space spraying*). Pengasapan biasanya dengan menggunakan suspensi atau larutan dari *synergizing agent*, *malathion*, atau *ronnel*. (Kartini, 2019)

2. Perbaikan hygene dan sanitasi lingkungan

Menurut (Depkes RI, 2003) pemberantasan dengan perbaikan *hygene* dan sanitasi lingkungan adalah sebagai berikut :

a. Mengurangi atau menghilangkan tempat perindukan lalat misalnya***:***
   1) Kandang ternak
      Kandang harus selalu dibersihkan, lantai kandang harus kedap air dan dapat disiram setiap hari.
   2) Timbunan pupuk kandang
      Timbunan pupuk kandang yang di buang ke tanah atau permukaan tanah pada temperatur tertentu dapat menjadi tempat perindukan lalat. Tumpukan tersebut dapat ditutup dengan plastik atau bahan yang anti lalat. Cara ini agar mencegah lalat untuk bertelur juga dapat membunuh larva dan pupa karena panas yang keluar dari proses *composting*.

3) Sampah basah atau sampah organik
Pengumpulan, pengangkutan, dan pembuangan sampah yang dikelola dengan baik dapat menghilangkan perindukan lalat. Bila sistem pengumpulan dan sistem pengangkutan sampah dari rumah rumah tidak ada, sampah dibakar atau dibuang ke lubang sampah dengan catatan bahwa setiap minggu sampah yang dibuang ke lubang sampah harus ditutup dengan tanah sampai tidak menjadi tempat berkembangbiaknya lalat. Lalat mungkin dapat berkembangbiak di tempat sampah yang permanen dan tertutup rapat. Dalam iklim panas larva lalat ditempat sampah dapat menjadi pupa dalam waktu hanya 3-4 hari. Untuk daerah tertentu sampah basah harus dikumpulkan paling lambat dua kali dalam seminggu. Bila tempat sampah kosong penting untuk dibersihkan sisa-sisa sampah yang ada di dasar tempat sampah. Pembuangan sampah akhir dibuang ke tempat terbuka perlu dilakukan dengan pemadatan sampah dan ditutup setiap hari dengan tanah merah setebal 15-30 cm. Hal ini untuk menghilangkan tempat perkembangbiakan lalat. Lokasi pembuangan akhir sampah harus agak jauh dari pemukiman penduduk.(Kartini, 2019)

b. Mengurangi sumber yang menarik lalat
Untuk mengurangi sumber yang menarik lalat dapat dicegah dengan melakukan:
1) Kebersihan lingkungan
Membuat saluran air limbah.
2) Menutup tempat sampah
Untuk industri yang menggunakan produk yang dapat lalat dapat dipasang dengan alat penangkal bau.

c. Melindungi makanan dan peralatan makan.

1) Makanan harus tertutup dan disimpan di lemari makan.
2) Menggunakan tudung saji.
3) Peralatan makan harus bersih.
4) Menutup makanan dan peralatan makan.

3. Pengendalian secara alami
   Berbagai contoh yang berhubungan dengan faktor ekologi yang sangat penting artinya bagi perkembangan serangga adalah :
   a. Adanya gunung, lautan, danau dan sungai yang luas merupakan rintangan bagi penyebaran serangga.
   b. Kemampuan mempertahankan hidup beberapa spesies serangga di daerah yang terletak di ketinggian tertentu dari permukaan laut.
   c. Perubahan musim yang dapat menimbulkan gangguan pada beberapa spesies serangga.
   d. Angin besar dan curah hujan yang tinggi dapat mengurangi jumlah populasi serangga di suatu daerah.
4. Pengendalian genetika
   Pengendalian bertujuan mengganti populasi serangga yang berbahaya dengan populasi baru yang tidak merugikan. Beberapa cara berdasarkan mengubah kemampuan reproduksi dengan jalan memandulkan serangga jantan. Pemandulan ini dapat dilakukan dengan menggunakan bahan kimia. Kemudian serangga yang telah mandul diperbanyak lalu dilepaskan di alam bebas, tempat populasi serangga berbahaya tadi. (Kumala, 2016)

Teknik Serangga Mandul

Menurut Setiyaningsih *et al.* (2014), Teknik Serangga Mandul (TSM) merupakan metode pengendalian vektor secara genetik dan pada saat ini terus dikembangkan. Prinsip kerja TSM adalah melepaskan serangga jantan mandul ke lingkungan hidupnya supaya terjadi perkawinan dengan betina normal dan dihasilkan keturunan yang mandul. Aplikasi TSM

secara bertahap diharapkan dapat menurunkan populasi vektor di habitatnya dan sebagai parameter penurunan populasi adalah kemandulan telur.

Aplikasi TSM telah berhasil dilakukan dalam pengendalian *Cochliomyia hominivorax Coquerel* di Mexico dan Libya, serta mengendalikan lalat buah *Ceratitis capitata* Wiedemann dan berbagai jenis lalat buah di Amerika Serikat, Afrika Selatan, Eropa dan Asia. Keberhasilan TSM juga terjadi dilaporkan pada pengendalian *Pectinophora gossypiella Saunders* di Amerika serikat serta pengendalian *Cydia pomonella L* di Kanada. Aplikasi TSM pada nyamuk telah berhasil dilakukan pada *Anopheles gambie* di Brazil, *Aedes aegypti* di Amerika dan Kuba. Aplikasi pengendalian nyamuk dengan metode TSM di Indonesia masih dalam tahap pengembangan. (Setiyaningsih, Agustini, Boewono, et al., 2014)

Teknik serangga mandul merupakan salah satu teknik pengendalian vektor secara genetik dengan cara mensterilkan atau memandulkan serangga sasaran kemudian dilepaskan ke alam supaya terjadi perkawinan di alam dan memperoleh keturunan steril sehinga dapat menurunkan populasi. (Ekawasti & Martindah, 2016). Teknik serangga mandul dikenal sebagai suatu teknik pengendalian vektor yang potensial, ramah lingkungan, efektif, spesifik target dan kompatibel dengan teknik lainnya. Prinsip dasar TSM sangat sederhana yaitu membunuh serangga dengan serangga itu sendiri (*autocidal technique*), yang meliputi iradiasi terhadap koloni serangga vektor pada berbagai stadium dan kemudian secara periodik dilepas ke lingkungan atau daerah dengan masalah penyakit tular vektor. Hasil dari perkawinan antara serangga mandul dengan serangga fertil menjadi semakin besar dari generasi pertama ke generasi berikutnya, hal ini berakibat makin menurunnya persentase fertilitas populasi serangga di lapangan yang secara teori terjadi pada generasi ke

4 atau ke 5 menjadi titik terendah dimana populasi serangga menjadi nol. (E. Lestari & Ramadhani, 2018)

Kendala yang ditemui dalam aplikasi TSM adalah proses transportasi karena proses pemandulan hanya dapat dilakukan di tempat tertentu dengan ruangan khusus yang jauh dari daerah aplikasi. Di Indonesia proses pemandulan hanya dapat dilakukan di BATAN Jakarta. Kendala lain yang ditemukan adalah kebijakan daerah setempat dan penerimaan masyarakat di daerah aplikasi. Keuntungan pengendalian vektor dengan metode TSM antara lain ramah lingkungan dan spesifik target. (Setiyaningsih *et al.* 2014)

Pada perkembangannya, ilmu bioteknologi modern dapat dan telah digunakan untuk meningkatkan efektifitas TSM. Metode bioteknologi klasik seperti *breeding and selective mutation*, *mutagen induced dominant lethality*, *sex-ratio distortion* dan *chromosomal translocation*. Metode-motode tersebut meningkatkan efektivitas TSM dengan mendukung kolonisasi masal (*mass rearing*) ataupun menghilangkan kebutuhan akan radiasi. Persyaratan utama bagi kesuksesan aplikasi TSM adalah kemampuan untuk melepaskan serangga ke populasi di alam, pada area yang luas, jumlah serangga yang dilepaskan cukup banyak terutama serangga jantan dengan sifat seksual aktif dan secara genetik telah steril. (Ambarita, 2015)

Konsep Teknik Serangga Mandul

Tujuan jangka panjang dari penelitian TSM adalah untuk dapat mengembangkan *strain* yang tidak mampu menunjang perkembangan patogen dan kemudian membawa sifat baru ke dalam populasi vektor di alam. E.F. Knipling adalah orang pertama yang megemukakan konsep pelepasan serangga yang telah disterilisasi secara massal ke alam untuk mengendalikan populasi hama pertanian. (Ambarita, 2015)

Menurut La Chance syarat keberhasilan penggunaan TSM sebagai berikut :

1. Kemampuan pemeliharaan serangga secara massal dengan biaya murah.
2. Sebagai target pengendalian, serangga harus dapat menyebar ke dalam populasi alam sehingga dapat kawin dengan serangga betina fertil dan dapat bersaing dengan serangga jantan alami.
3. Irradiasi tidak boleh menimbulkan pengaruh negatif terhadap perilaku kawin dan umur serangga jantan alami.
4. Serangga betina hanya boleh kawin satu kali, apabila serangga betinanya kawin lebih dari satu kali maka produksi sperma jantan iradiasi harus sama produksi sperma jantan alam.
5. Serangga yang akan dikendalikan harus dalam populasi rendah atau harus dikendalikan dengan teknik lain agar lebih rendah sehingga cukup ekonomis dikendalikan dengan TSM.
6. Biaya pengendalian dengan TSM harus lebih mudah dibandingkan dengan teknik konvensional.
7. Perlu justifikasi yang kuat untuk penerapan yang lebih tinggi dibandingkan dengan teknik konvensional apabila dengan TSM diperoleh dengan keuntungan untuk perlindungan kesehatan dan lingkungan.
8. Serangga mandul yang dilepas tidak boleh menimbulkan kerusakan pada tanaman, ternak, atau menyebabkan penyakit pada manusia. (Nurhayati, 2007)

   Meskipun TSM belum sampai pada tahap benar-benar aplikatif untuk digunakan sebagai salah satu metode alternatif pengendalian vektor penyakit, namun hasil dari banyak penelitian yang telah dilakukan menunjukkan perkembangan yang berarti. (Ambarita, 2015)

Dampak Teknik Serangga Mandul

Program pemberantasan penyakit bisa dilakukan dengan mengendalikan vektornya. Salah satu metode pengendalian vektor yang selama ini dilakukan adalah

menggunakan insektisida (secara kimiawi). Akan tetapi cara tersebut banyak menimbulkan masalah seperti matinya hewan bukan sasaran dan timbulnya resistensi vektor. Menurut WHO (*World Health Organization*), upaya pengendalian vektor akan lebih efektif apabila dilakukan dengan beberapa metode secara terpadu. (Nurhayati, 2007)

Konsep TSM (melepaskan vektor ke lingkungan masyarakat) rentan menimbulkan penolakan oleh masyarakat, namun melalui sosialisasi dan pemberian informasi yang benar maka aplikasi ini dapat diwujudkan.

Perlu diperhatikan penerimaan masyarakat dalam pengujian di lapangan karena masyarakat merupakan komponen penting dalam wilayah yang akan diuji. Masyarakat memilikit sifat heterogen baik dari sisi internal maupun eksternal, oleh karena itu mereka memiliki pandangan yang berbeda-beda terhadap suatu permasalahan khususnya tentang permasalahan serangga mandul di alam. Isu yang berkembang misalnya terdapat kelompok di masyarakat yang mementingkan hak kebinatangan (*animal rights*) yang memiliki pandangan teknologi ini akan berdampak negatif terhadap kehidupan binatang.

Informasi, komunikasi dan edukasi sangat penting untuk menerapkan metode baru seperti TSM, disamping dapat memfasilitasi masyarakat serta melibatkan mereka. *Individual consent* tidak dapat diartikan sebagai *community consultation*, begitupun sebaliknya.

Diperlukan kolaborasi antar instansi pemerintah terkait termasuk perguruan tinggi serta *stakeholder* lainnya jika ingin menjadikan TSM sebagai metode pengendalian dalam skala yang lebih luas dan terintegrasi dengan metode lainnya dalam kegiatan pengendalian vektor terpadu. Ketersediaan sumber daya, infrastruktur, keseriusan pemerintah, personel terlatih merupakan isu penting dalam program TSM. Kemampuan tenaga pelaksana dalam teknis

pemandulan di laboratorium maupun saat pemilian atau pemisahan vektor yang akan diaplikasikan di lapangan.

Meskipun TSM belum sampai pada tahap yang benar-benar aplikatif untuk digunakan sebagai salah satu metode alternatif yang pengendalian vektor penyakit, namun hasil dari banyak penelitian yang telah dilakukan menunjukkan perkembangan yang berarti.(Ambarita, 2015)

Penyakit Diare

Penyakit diare masih merupakan masalah kesehatan masyarakat di negara berkembang seperti di Indonesia, karena morbiditas dan mortalitasnya yang masih tinggi. (Kemenkes RI, 2011). Di dunia terdapat 1,7 miliar kasus diare dan sudah membunuh 760.000 anak yang terjadi setiap tahunnya, sebagian besar orang diare yang meninggal dikarenakan terjadinya dehidrasi atau kehilangan cairan dalam jumlah yang besar, serta 780 juta orang tidak memiliki akses terhadap air minum dan 2,5 miliar kurangnya sanitasi. (Ismawati, Hariati Lestari, 2016)

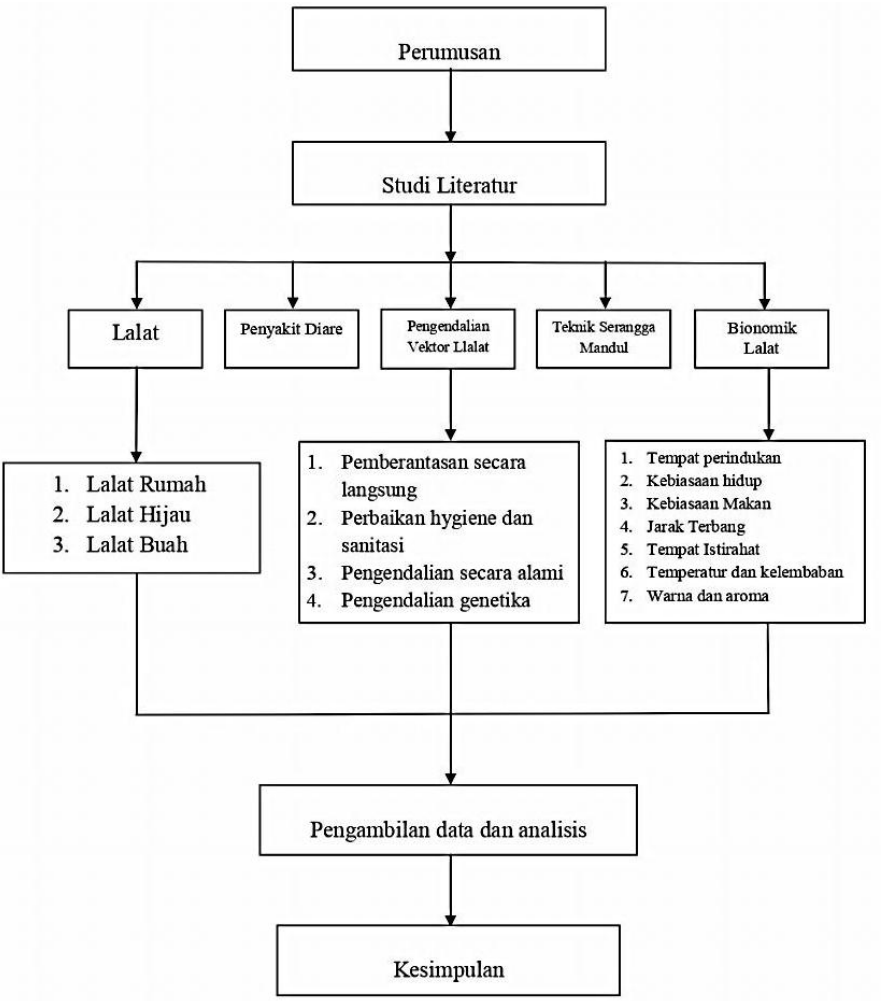
Penyakit diare yaitu penyakit yang mempunyai gejala yang ditandai dengan buang air besar lebih dari biasanya (lebih dari 3 kali/hari) dan disertai dengan perubahan konsistensi tinja menjadi cair, dengan atau tanpa darah atau lendir. Penyakit diare dapat menyerang siapa saja, mulai dari anak-anak sampai dengan orang dewasa, bahkan lansia sekalipun. Penyakit diare terkadang disertai dengan muntah, badan lesu dan terasa lemah, panas, tidak nafsu makan, dan juga disertai darah dan lendir dalam kotoran. (Jannah & Maftukhah, 2018)

Salah satu penyebab diare adalah tercemarnya makanan dan minuman oleh bakteri yang dibawa oleh lalat. Jika makanan yang dihinggapi lalat tercemar mikroorganisme baik bakteri, protozoa, telur/larva cacing atau bahkan virus yang dibawa dan dikeluarkan dari mulut lalat dan bila dimakan

oleh manusia, maka dapat menyebabkan penyakit diare pada manusia.

Lalat berperan dalam transmisi atau penularan agen penyakit secara mekanis yang menyebabkan penyakit pada manusia. (Masyhuda, Retno Hestiningsih, 2017). Berdasarkan data Departemen Kesehatan RI (2012), tiga faktor yang dominan mempengaruhi kejadian penyakit berbasis lingkungan khususnya penyakit diare adalah pembuangan tinja dan sampah serta saran penyediaan air bersih. Ketiga faktor ini akan memberikan dampak yang lebih besar jika diikuti oleh penerapan perilaku hidup bersih yang tidak sesuai. Salah satu penyebab munculnya penyakit diare karen kondisi lingkungan yang tercemar oleh bakteri *Escherichia coli* (*E.coli*). (Usman & Suriani, 2016). Menurut Leonard M. Board, ketika penyebab dan penyebaran penyakit terus berlangsung, maka angka kesakitan dan kematian akibat penyakit tersebut akan senantiasa meningkat tajam. Hal ini disebabkan oleh kesehatan lingkungan yang tidak memadai, dan penduduk perlu diingatkan terus-menerus akan bahaya penyakit diare tersebut. (Hutaningsih & Rasyid, 2013)

Kerangka Teori



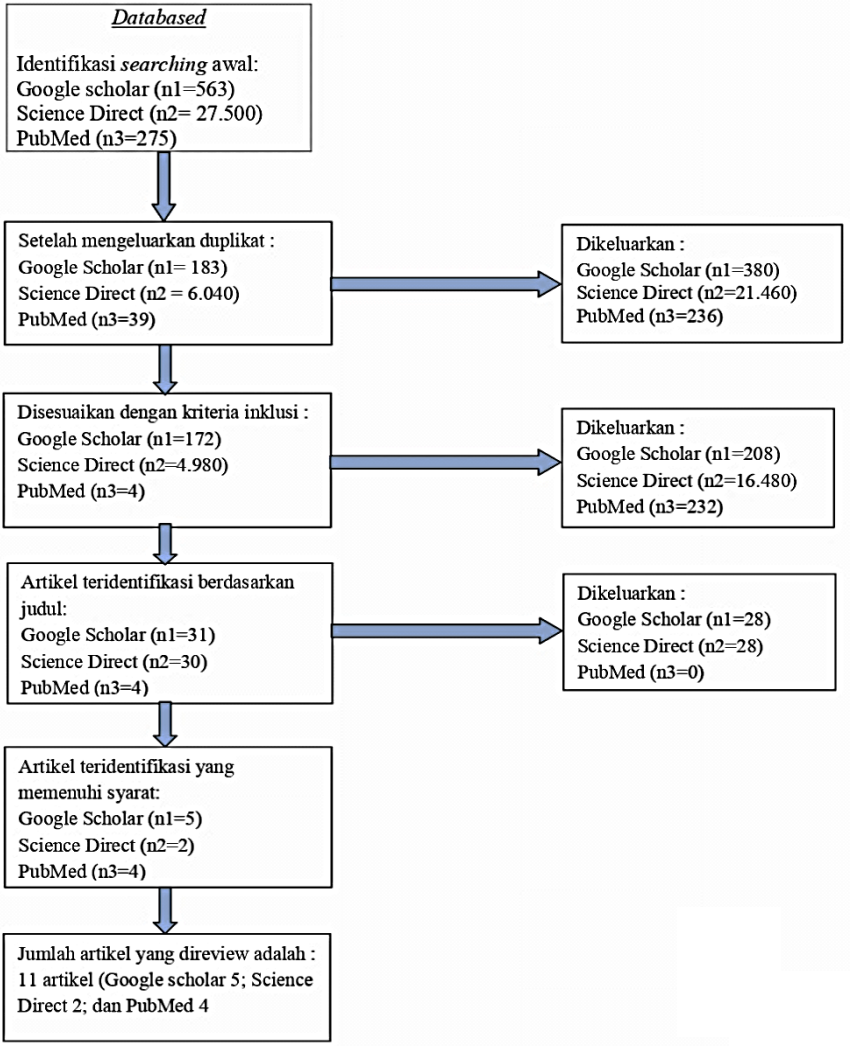
METODE PENELITIAN

Metode dan Desain Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah design studi literatur. Dalam melakukan penelitian ilmiah harus dilakukan teknik penyusunan yang sistematis untuk memudahkan langkah-langkah yang diambil. Maka langkah pertama yang diambil oleh penulis yaitu melakukan studi literatur pada jurnal-jurnal, buku-buku, *web page*, dan penelitian terdahulu yang telah dilakukan berkaitan dengan pengendalian vektor lalat menggunakan teknik serangga mandul dan pencegahan diare. *Output* dari studi literatur ini adalah terkoleksinya referensi yang relevan dengan perumusan masalah. Desain penelitian adalah deskriptif kualitatif dengan pendekatan studi literatur.

Penulis melakukan kajian literatur penelitian secara sistematis untuk mencari informasi lewat literatur-literatur yang terkait dengan pengaruh teknik serangga mandul sebagai alternatif mengurangi kepadatan lalat dan pencegahan penyakit diare. Pencarian dilakukan menggabungkan kata kunci dengan menggunakan (,), (atau) dan (dan). Kata kunci yang digunakan dalam pencarian adalah teknik serangga mandul, lalat, kepadatan lalat, dan pengendalian vektor lalat, pencegahan diare, penyakit diare. Strategi pencarian dimulai membaca sekilas judul artikel yang didapatkan, kemudian dibaca lebih mendalam dengan menyesuaikan abstrak dan judul artikel yang didapat. Artikel ini kemudian disesuaikan dengan kriteria inklusi dan eksklusi. Adapun kriteria inklusi yang ditetapkan penelusuran artikel adalah 1) berbahasa Inggris atau Indonesia, 2) artikel dipublikasikan pada 10 tahun terakhir yaitu 2010-2020. Sedangkan kriteria eksklusi adalah artikel review. Hasil penyesuaian dengan kriteria inklusi dan eksklusi kemudian digambarkan dalam prisma yaitu sebagai berikut :

Gambar 1. Diagram Prisma



Waktu Pencarian

Pencarian dilakukan antara Agustus sampai dengan September 2020 menggunakan kata kunci : teknik serangga mandul, lalat, kepadatan lalat, penyakit diare, pencegahan penyakit diare. Untuk menggabungkan kata kunci, operator *Boolean* "dan" dan "atau" diterapkan dalam pencarian.

Instrumen Penelitian

1) Jurnal-jurnal bereputasi
2) Buku-buku yang terkait dengan penelitian tentang teknik serangga mandul, kepadatan lalat, dan penyakit diare
3) Meta-data penelitian yang berbasis scopus
4) Situs-situs internet yang resmi

Studi Seleksi dan Analisis Data

Studi Seleksi

Databse ilmiah ditelaah selama satu pekan secara independen oleh penulis. Penulis meninjau judul dan abstrak yang dihasilkan oleh mesin pencari untuk menilai relevansi penelitian yang akan ditinjau lebih lanjut berdasarkan kriteria pemilihan, dan memilih artikel yang relevan untuk kemungkinan inklusi. Tiga *database* ilmiah digunakan untuk mendapatkan sumber-sumber relevan yang berhubungan dengan masalah spesifik terkait penerapan teknik serangga mandul sebagai alternatif pengendalian kepadatan lalat dan pencegahan diare, yaitu Google scholar, ScinceDirect, dan PubMed.

Analisis Data

Hanya studi yang berhubungan dengan teknik serangga mandul dan kepadatan lalat dan pencegahan diare yang dianalisis lebih lanjut untuk memenuhi tujuan dari sistematik review ini. Tinjauan naratif kemudian dilanjutkan sesuai dengan rekomendasi PRISMA (Gambar 1). Setelah menggunakan aplikasi pendekatan *Preferred Reporting Items*

for Systematic Reviews and Meta-analyses (PRISMA), n= artikel dimasukkan dalam proses review.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Dari *Google Scholar*, didapatkan 183 artikel; berdasarkan judul, dipilih sebanyak 172 artikel. Lalu setelah membaca *abstract* dipilih 31 artikel, dan akhirnya, diambil 5 artikel yang layak dikaji ulang dengan membaca artikel secara keseluruhan. Dengan *Science Direct* dihasilkan 6.040 artikel. Setelah memasukkan kriteria inklusi menjadi 4.980 artikel,. Dengan membaca judul dan *abstract*, dipilih 30 artikel terkait. Setelah membaca seluruh artikel, 2 artikel diambil untuk *Systematic Review*. Dengan *PubMed*, didapatkan 39 artikel yang berhubungan dengan topik, setelah membaca judul dan *abstract*, tersisa 2 artikel layak diambil setelah membaca artikel.

Karakteristik Studi

Studi yang termasuk dalam artikel *systematic review* di ulasan ini sebanyak 2 penelitian dilakukan di Amerika, sebanyak 2 penelitian dilakukan di Cina, dan beberapa negara lainnya seperti Australia, Hawaii, Inggris, termasuk di Indonesia. Semua artikel yang terpilih untuk dilakukan *systematic review* mengarah pada pengaplikasian teknik serangga mandul sebagai intervensi pangan, di bidang hortikultura. Berdasarkan hasil studi, ditemukan bahwa pengaplikasian program teknik serangga mandul diterapkan dalam bidang hortikultura untuk memberantas hama pada tanaman buah dan sayuran untuk intervensi pangan. Dalam proses pencarian literatur pun setelah membaca judul dan abstrak, tidak ditemukan adanya literatur-literatur yang menyebutkan teknik serangga mandul pada intervensi penyakit.

Hasil Studi

Hasil pencarian literatur yang menghasilkan 11 artikel yang kemudian dianalisis berdasarkan intervensi pemandulan lalat untuk program teknik serangga mandul. Hasil penelitian berisi tentang uraian artikel penelitian yang telah *direview* dan disajikan dalam bentuk tabel seperti di bawah ini :

Tabel 1. Hasil Penelitian Systematic Review

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*
1	Comparative Lure Response, Dispersal, and Survival of Male Melon Flies (Diptera: Tephritidae) from Wild and Genetic Sexing Strains in Hawaii	(Thomas J. Fezza, and Todd E. Shelly, 2020)	membandingkan daya tarik, penyebaran, dan kelangsungan hidup antara jantan dari galur genetika dan galur liar Z. Cucurbitae bagaimana strain ini dapat bekerja dalam program teknik serangga steril	Eksperimen	Lalat liar yang digunakan dalam penelitian ini adalah 3 sampai 4 generasi dipindahkan dari alam liar	Hasil menunjukkan bahwa jantan dari 2 strain berbeda secara signifikan dalam kemampuan penyebaran, tetapi tidak dalam daya tarik atau kemampuan bertahan hidup. Potensi kegunaan dari sexing genetik strain dalam program teknik serangga steril untuk menguasai Z. *cucurbitae* dinilai berdasarkan

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
						temuan ini.
2	Control of the olive fruit fly using geneticsen hanced sterile insect technique	(Thomas Ant, Martha Koukido u, Polychro nis Rempoul akis, Hong-Fei Gong, Aris Economo poulos, John Vontas and Luke Alphey, 2012)	mengemban gkan OX3097D-Bol, strain lalat zaitun fsRIDL yang menggabun gkan fenotipe yang direkayasa, secara langsung mengatasi masalah yang dihadapi dalam percobaan SIT lalat zaitun yang gagal sebelumnya	Eksperi men		Kami mengembangk an satu set strain lalat zaitun yang mematikan bersyarat betina (dinamai Release of Insects membawa a Dominant Lethal; RIDLletalitas®), memberikansp esifik betina yang sangat penetran, tanda fluorescent dominan, dan sterilitas genetik. Kami menemukan bahwa jantan dari strain timbal, OX3097D-Bol, 1) sangat kompetitif secara seksual dengan lalat zaitun liar, 2)

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
						menunjukkan aktivitas kawin sinkron dengan betina liar, dan 3) menginduksi refractoriness yang sesuai untuk kawin kembali betina liar
3	Effect of gamma irradiation on the quality and mating compatitiv enes of fruit flies *Bactrocera dorsalis* in the cage	(Indah Arastuti Nasution, Elvinasari, dan Dewi Hastuti, 2018)	mengetahui pengaruh iradiasi gamma terhadap kualitas lalat buah *B.dorsalis dan terhadap daya saing kawinnya dalam skala kurungan*	Eksperimen	100 pupa lalat buah yang diradiasi	hasil pengamatan menunjukkan bahwa perbedaan dosis iradiasi gamma mempunyai efek yang signifikan terhadap daya saing dan kualitas lalat buah *B.dorsalis* yang meliputi persentase kemunculan kepompong menjadi lalat buah dewasa (imago)
4	Sterile insect technique	Nikolouli *et al*, 2020	mengevaluasi studi praktek	Deksriptif		Penulis mengusulkan penggunaan

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
	and Wolbachia symbiosis as potential tools for the control of the invasive species Drosophila suzukii		manajemen yang digunakan untuk pengendalian D.suzukii dan membahas metode pengendalian biologis pada penerapan TSM			SIT sebagai komponen dari pendekatan pengelolaan hama terpadu di seluruh area untuk menekan populasi *D. suzukii*
5	Near full-length 16S rRNA gene nextgeneration sequencing revealed Asaia as a common midgut bacterium of wild and domesticated Queensland fruit fly larvae	(Deutscher et al, 2018)	melakukan pendekatan NGS gen 16S rRNA dengan dosis (> 1300 nt) gen rRNA NGS untuk mengelompokkan populasi bakteri usus pada individu larva *B. tryoni* dari dua populasi lapangan (berkembang dalam	Pengumpulan, identifikasi, dan pembedahan larva *B. tryoni*		Sekuens gen 16S rRNA hampir penuh diperoleh untuk 56 *B. tryoni* larva. Pengelompokan OTU pada kemiripan 99% menunjukkan bahwa keanekaragaman bakteri usus rendah dan secara signifikan lebih rendah pada larva peliharaan. Bakteri yang umumnya

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
			persik) dan tiga populasi yang dijinakkan (massa- atau dipelihara di laboratorium dengan pakan buatan).			berasosiasi dengan buah (*Acetobacteraceae*, *Enterobacteriaceae*, dan *Leuconostocaceae*) terdeteksi pada larva liar, tetapi sebagian besar tidak terdapat pada larva yang didomestikasi
6	A genetically enhanced sterile insect technique against the fruit fly, Bactrocera dorsalis (Hendel) by feeding adult double-stranded RNAs RNAs by feeding adult double-stranded RNAs	Muhammad Waqar Ali, Wenping Zheng, Summar Sohail, Qingmei Li, Weiwei Zheng & Hongyu Zhang, 2017	untuk mengidentifikasi dan mengkloning gen yang terkait dengan spermatogenesis pada model hama *B. dorsalis*. Skrining gen target dan kombinasi dari bakteri rekayasa yang diberikan secara oral yang mengekspre	Eksperimen	10 gen *B.dorsalis* dewasa	SIT yang dikembangkan dalam penelitian ini menunjukkan bahwa *boul* + *zpg* kombinasipemberian dsRNA selama 6 jam secara signifikan menurunkan jumlah spermatozoa dan viabilitas sperma padaumur 1 hari *B. dorsalis* lalat. Singkatnya, penelitian ini

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
			sikan dsRNA dari gen yang berbeda dapat menyebabkan kemandulan laki-laki, membangun teknik SIT pada *B. dorsalis* menggunakan RNAi			memberikan teknik SIT yang efektif untukjangka panjang *B. dorsalis* pengelolaan.
7	Evaluation of a genetic sexing strain of the oriental fruit fly as a candidate for simultaneous aplication of male annihilation and sterile insect techniques (diptera : tephritidae)	Todd E. Shelly, 2020	mengevaluasi kesesuaian dari sexing galur genetik B. *dorsalis* sebagai kandidat untuk implementasi bersamaan dari MAT dan SIT	Eksperimen	2.000 lalat dewasa yang dibesarkan dari buah jambu biji	Hasil menunjukkan bahwa pemberian makan ME prarilis oleh jantan berusia 6 hari, dengan pelepasan pada hari berikutnya, akan memungkinkan implementasi MAT dan SIT yang efektif dan bersamaan.

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
8	Australian endemic pest tephritids : genetic, molecular and microbial tools for improved Sterile Insect Technique	(Raphael, 2014)	fokus pada penggunaan genetika untuk memperbaiki SIT melawan endemik *lalat Bactrocera* hama di Australia	Deskriptif		Strategi persilangan empat arah berpotensi untuk mengatasi masalah perkawinan sedarah pada straindipeliharaa secara massal *B. tryoni yang*. Kemampuan untuk menghasilkan hibrida antara *B. tryoni* dan dua spesies lainnya di laboratorium telah terbukti berguna untuk pengembangan galur yang ditandai secara genetik
9	Assessment of *Bactrocera dorsalis* (Diptera : Tephritidae) diets an adult fecundity	Qiu-Li Hou, Er-Hu Chen, Wei Dou, and Jin-Jun Wang, 2020	memberikan referensi tentang campuran pakan buatan untuk pemeliharaan massal *B.*	Eksperimen	Larva lalat *B. Dorsalis*	menemukan diet orang dewasa dengan rasio ragi yang berbeda terhadap kesuburan yang

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
	and larval development : insight into employing the sterile insect technique		*dorsalis*, untuk penggunaan teknik serangga steril.			dipengaruhi sukrosa, dan rasio Y: S yang sangat tinggi atau rendah secara signifikan menurunkan produksi telur *B. dorsalis*
10	Hubungan sanitasi, jarak rumah, dan kepadatan lalat dengan kejadian diare (studi di Desa Kedungdalem Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo)	Yuliana Rosa, (2016)	adanya peternakan ayam broiler merupakan salah satu perindukan lalat dan memicu timbul kepadatan lalat di rumah penduduk, karena lalat dapat terbang sejauh 200-1.000 meter sehingga memungkinkan lalat terbang dari kandang ayam ke rumah	observasi, wawancara,	91 rumah penduduk di sekitar kandang	49 dari 91 responden mengalami diare sebulan terakhir, sanitasi dasar sebagian rumah warga dalam kondisi kurang baik, dan kepadatan lalat tinggi

No	Judul, Tahun	Penulis	Objektif	Desain Studi	Sampling	Temuan/ Kesimpulan
			penduduk.			
11	Kepadatan lalat dan hubungannya dengan diare di sekitar tempat pemrosesan akhir sampah Kota Depok	Terry Y.R. Pristya, Fajaria Nurcandra, Azizah M. Fitri, (2019)	mengetahui hubungan kepadatan lalat dengan diare pada balita di sekita tempat pemrosesan akhir sampah	desain *cross section al*	ibu-ibu yang memiliki balita dan bertempat tinggal dengan radius maksimal 1 km dari tempat pemrosesan akhir sampah Kelurahan Cipayung	Daerah yang memiliki kepadatan lalat sedang mempunyai risiko 3,3 kali lebih tinggi (95% CI 0,9-11,4) untuk mengakibatkan kejadian diare pada balita dibandingkan dengan daerah yang memiliki kepadatan rendah lalat di sekitar TPA

1. Pemandulan Lalat untuk Program Teknik Serangga Mandul

Dari sebelas artikel terkait, ada dua artikel yang membahas tentang pemeliharaan lalat jantan yang sudah disterilkan atau dimandulkan untuk dilepaskan ke alam liar yang akan digunakan pada program teknik serangga mandul (TSM). Data pertama diperoleh dari penelitian yang dilakukan Hou *et al* (2020), pemeliharaan massal *B. Dorsalis* dengan pemberian pakan atau makanan buatan berupa ragi dan sukrosa, dilakukan dengan 2 percobaan. Percobaan 1 : Produksi Telur, diperoleh hasil yaitu ada pengaruh yang

signifikan dari perlakuan diet lalat dewasa terhadap fekunditas, dan jumlah telur yang dikeluarkan lalat per hari menunjukkan bentuk parabola. Secara spesifik, semua lalat betina yang dipelihara dengan rasio Y: S yang tinggi, dari 100: 0 sampai 24: 1, mati sebelum bertelur. Meskipun lalat dapat bertahan hidup pada rasio Y: S yang sangat rendah, 1:96 dan 0: 100, tidak ada telur yang dihasilkan. Untuk rasio Y: S yang berkisar dari 12: 1 hingga 1: 1, jumlah telur meningkat secara signifikan karena konsentrasi ragi menurun dalam makanan. Sebaliknya, ketika rasio Y: S menurun dari 1: 1 menjadi 1:48, jumlah telur menurun secara signifikan. Tingkat fekunditas pada pakan dengan rasio 1: 1 dan 1: 3 Y: S lebih tinggi dibandingkan dengan pola makan lainnya. Percobaan 2 : Tingkat Pupa, diperoleh bahwa ada dampak yang signifikan dari konsentrasi ragi pada tingkat pupa; *Bactrocera dorsalis yang* diberi pakan ragi 10 dan 20 g / L memiliki tingkat kepompong yang lebih tinggi (masing-masing 0,82 ± 0,094 dan 0,88 ± 0,037) daripada dua pola makan lainnya (60 g / L, 0,43 ± 0,044 dan 100 g / L , 0,17 ± 0,034; $F = 36,13$; df = 3, 36; $P < 0,001$). *Bactrocera dorsalis* tidak dapat bertahan hidup dengan diet ragi 0 g / L, dan tidak ada perbedaan yang signifikan dalam tingkat kepompong antara pakan ragi 10 dan 20 g / L.

Data kedua diperoleh dari riset yang dilakukan Deutscher *et al*. (2018), yang meneliti pengaruh mikrobiota pada perkembangan lalat buah baik fisiologi, perilaku, dan kualitas lalat yang dipelihara secara massal untuk teknik serangga mandul. Pada riset ini, peneliti menggunakan pendekatan 16S rRNA untuk mengelompokkan populasi bakteri pada larva *Bactrocera tryoni* dari dua populasi lapangan (berkembang dalam buah tao/persik) dan tiga populasi yang dijinakkan (secara massa, atau yang dipelihara di laboratorium atau yang diberi pakan buatan)., dan hasilnya menunjukkan sekuens pendekatan gen 16S rRNA diperoleh untuk 56 *B. tryoni* larva. Pengelompokan Unit Taksonomi

Operasional (UTO) pada kemiripan 99% menunjukkan bahwa pluralitas atau keberagaman bakteri usus rendah dan secara signifikan lebih rendah pada larva peliharaan. Bakteri yang umumnya berkaitan dengan buah (*Acetobacteraceae*, *Enterobacteriaceae*, dan *Leuconostocaceae*) ditemukan pada larva liar, tetapi sebagian besar tidak terdapat pada larva yang dalam pemeliharaan.

2. Teknik Seranggan Mandul sebagai Intervensi Pangan

Dari sebelas artikel terkait, kesemuanya membahas tentang program teknik serangga mandul sebagai pengendalian populasi hama pertanian, bukan pada intervensi penyakit. Tujuh dari sembilan artikel di antaranya memfokuskan penelitian pada lalat buah yang dianggap sebagai hama yang menyerang tanaman buah dan sayur. Satu artikel membahas tentang lalat cuka (*Drosophila suzukii*) dan menyebutkan bahwa *Drosophila* umumnya tidak dianggap sebagai hama karena larvanya berkembang pada buah yang rusak atau busuk. Meskipun demikian, *D. suzukii* dianggap dapat menurunkan kualitas buah-buahan, karna hama ini menyukai buah yang sudah matang dan sehat namun belum dipetik. Larva *Drosophila suzukii* menyerang daging buah sehingga tidak dapat dipasarkan dan menurunkan kualitas buah olahan. Dan satu artikel di antaranya membahas lalat yang menyerang khusus buah zaitun. Serangan lalat ini mengakibatkan penurunan kualitas nilai pada minyak zaitun hingga 80% dan berakibat pada kerugian saat panen tiba.

3. Kepadatan Lalat dengan Kejadian Diare

Dari sebelas artikel terkait, dua di antaranya membahas kepadatan lalat hubungannya dengan kejadian diare. Penelitian pertama dari Rosa (2016), menyebutkan bahwa tingkat kepadatan lalat rumah terhadap kejadian diare di Desa Kedungdalem Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo menunjukkan adanya hubungan. Dipengaruhi

oleh kondisi sanitasi kandang ayam broiler sebagian besar berada dalam kondisi kurang baik. Data kedua diperoleh dari penelitian Terry et al (2018), menyebutkan daerah yang memiliki kepadatan lalat sedang, memiliki risiko 3,3 kali lebih tinggi (95% CI 0,9-11,4) untuk mengakibatkan kejadian diare dibandingkan dengan daerah memiliki kepadatan lalat rendah.

Kesembilan artikel terkait menyebutan bahwa teknik serangga mandul berhasil mengendalikan spesies hama tersebut. Namun, beberapa di antaranya memfokuskan penelitian untuk melestarikan dan mempertahankan lalat jantan yang telah dimandulkan untuk dilepas ke alam liar bersaing dengan lalat jantan liar untuk memandulkan lalat betina. Dan dua artikel lainnya membahas hubungan kepadatan lalat dengan kejadian diare. Mengenai TSM sebagai intervensi penyakit khususnya penyakit diare, belum ditemukan penelitian terkait itu.

Pembahasan

1. **Pemandulan Lalat untuk Program Teknik Serangga Mandul**

Penelitian yang dilakukan Nasution & Saraswati (2012), memandulkan lalat dengan sinar iradiasi gamma dengan dosis 90 gy, pada umur ke 5, 6, 7 ,8 dan 9. Masing-masing vial diisi dengan pupa sebanyak 10 ml dan diberi label. Pupa diiradiasi dengan menggunakan irradiator *gamma chamber*. Setelah diradiasi, pupa dimasukkan ke dalam kurungan yang berukuran 25 x 25 x 25 cm yang di dalamnya sudah diberi makanan dan minuman. Kemudian dilakukan pengujian kualitas pupa, dan hasil menunjukkan bahwa mutu pupa hasil radiasi 90 gy menunjukkan bahwa makin muda umur pupa diradiasi, kualitas semakin menurun tapi masih tidak berbeda nyata. Dari pengamatan diperoleh hasil bahwa umur pupa pada saat diradiasi berpengaruh pada kualitas pupa. Hal ini mungkin disebabkan oleh semakin tua usia pupa semakin menunjukkan kepekaan terhadap radiasi semakin

menurun, demikian juga sebaliknya. Semakin muda umur pupa menunjukkan sensitivitas terhadap radiasi semakin tinggi, sehingga kerusakan yang diakibatkan radiasi juga semakin tinggi. Dari hasil pengamatan diperoleh hasil bahwa pupa pada umur 6 hari (3 hari sebelum menjadi imago) adalah umur yang tepat untuk melakukan iradiasi. Pada umur ini, kualitas pupa yang dihasilkan masih baik, karena, serangga masih mampu melakukan perkawinan, imago normal mencapai 69 % dan yang steril mencapai 100 %.

Teknik Serangga Mandul (TSM) telah berhasil diimplementasikan terhadap berbagai spesies serangga hama termasuk *Tephritidae.* Meskipun beberapa dekade penelitian bertujuan untuk mengembangkan program TSM lalat zaitun menggunakan lalat yang disterilkan dengan radiasi, hasil yang buruk secara konsisten menyebabkan percobaan akhirnya ditinggalkan. Masalah utama termasuk kualitas rendah dari lalat yang dibesarkan massal yang disterilkan dengan radiasi, produksi ekonomis dari jumlah yang cukup dari lalat yang disterilkan, dan perkawinan bermacam-macam dari populasi yang dilepaskan dan liar karena perbedaan waktu kawin yang dipilih. Lalat jenis liar yang dipelihara di laboratorium ditemukan kawin beberapa jam lebih awal daripada lalat liar (mungkin karena perbedaan tekanan selektif dalam lingkungan pemeliharaan laboratorium buatan). (Ant et al., 2012)

Berdasarkan penelitian Shelly (2020), teknik pemusnahan yang melibatkan penyebaran *Metil Eugenol* (ME) umpan jantan untuk mengurangi atau menghilangkan populasi jantan, telah digunakan sebagai strategi yang berdiri sendiri atau sebagai pendahulu dari Teknik Serangga Mandul (TSM), yang melibatkan pelepasan pejantan mandul untuk menghasilkan jantan mandul dengan persilangan betina liar dan produksi keturunan yang tidak dapat hidup. Pemodelan menunjukkan bahwa implementasi teknik pemusnahan dan TSM secara simultan, daripada penyebaran berurutan, meningkatkan kemungkinan pemberantasan yang berhasil.

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa B. *dorsalis* jantan yang telah diberi ME menunjukkan penurunan kecenderungan untuk mengunjungi kembali sumber ME. Selain itu, jantan yang memberi makan ME mendapatkan keuntungan kawin dibandingkan jantan yang tidak diberi makan. Hasil menunjukkan bahwa pemberian makan ME prarilis oleh jantan berusia 6 hari, dengan pelepasan pada hari berikutnya, akan memungkinkan implementasi MAT dan SIT yang efektif dan bersamaan.

2. Teknik Serangga Mandul Sebagai Intervensi Pangan

Pengendalian hama pada kebun skala kecil cukup aman dan efektif dengan menggunakan teknik sesumbar seperti pada jambu biji dan belimbing. Untuk kebun dalam skala yang cukup besar, teknik membual tidak efektif karena membutuhkan banyak waktu dan tenaga. Teknik Serangga Mandul (TSM) merupakan salah satu cara yang aman untuk pengendalian lalat buah. Teknik ini menggunakan serangga yang dipelihara di laboratorium. Kemudian serangga tersebut disterilkan dengan penyinaran dengan dosis tertentu sesuai dengan hama sasaran kemudian dilepas ke lapangan sebanyak minimal 9x populasi di alam liar. Serangga hasil iradiasi akan dibiarkan kawin dengan serangga di alam (serangga normal). TSM merupakan salah satu metode yang potensial untuk pengendalian populasi lalat buah. (Nasution, Elvinasari, & Hastuti, 2018) TSM telah berhasil digunakan untuk menahan, menekan atau bahkan membasmi populasi serangga hama. (Nikolouli et al., 2018)

Deutscher et al., (2018) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa lalat buah Queensland, *Bactrocera tryoni* (*Tephritidae*), merupakan hama hortikultura yang signifikan di Australia dan dapat dikelola dengan teknik serangga mandul. Dengan melakukan penelitian terhadap bakteri usus pada lalat *B.tryoni* yang dapat mempengaruhi kinerja lalat dalam aplikasi teknik serangga mandul. Hasil menunjukkan bahwa

pertumbuhan bakteri pada lalat liar maupun lalat yang sudah disterilkan dipengaruhi pada pakan, proses pemeliharaan, dan akuisisi horizontal. Satu spesies bakteri dapat menjalankan peran fungsional pada tubuh lalat dan mempengaruhi kinerja lalat sebagai bagian dari teknik serangga mandul.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Raphael et al (2014), teknik seramgga mandul terbukti mampu mengendalikan hama dengan strategi persilangan empat arah berpotensi untuk mengatasi masalah perkawinan sedarah pada strain dipelihara secara massal *B. tryoni yang*. Kemampuan untuk menghasilkan hibrida antara *B. tryoni* dan dua spesies lainnya di laboratorium telah terbukti berguna untuk pengembangan galur yang ditandai secara genetik.

3. Kepadatan Lalat dengan Kejadian Diare

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Jannah & Maftukhah (2018), menyebutkan bahwa terdapat hubungan terdapat hubungan antara kepadatan lalat di rumah responden terhadap kejadian diare pada pemukiman masyarakat di sekitar peternakan ayam. Hal ini sejalan dengan penelitian Terry et al (2018), yang menyebutkan daerah yang memiliki kepadatan lalat sedang, memiliki risiko 3,3 kali lebih tinggi (95% CI 0,9-11,4) untuk mengakibatkan kejadian diare dibandingkan dengan daerah memiliki kepadatan lalat rendah. Dengan berbagai faktor di antaranya keadaan lingkungan dan sanitasi yang buruk menyebabkan kejadian diare. Lalat dapat membawa mikroba seperti *Escherichia coi (E.coli)*, *Salmonella sp, Vibrio cholerae*, yang menyebabkan makanan tercemar dan memicu penyakit diare. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan dengan Manalu, mengenai hubungan tingkat kepadatan lalat dengan kejadian diare. Hasil ini menunjukkan bahwa angka kepadatan lalat memiliki hubungan bermakna dengan kejadian diare. (Jannah & Maftukhah, 2018)

4. Keterbatasan Literatur

Keterbatasan yang terkait dengan ulasan ini adalah mengenai pencarian jurnal, ada beberapa jurnal yang masih belum masuk dalam kriteria, yaitu TSM sebagai pengendalian lalat dan pencegahan diare. Jurnal yang diperoleh dari pencarian literatur hanya membahas terkait TSM mengendalikan lalat untuk intervensi pangan. Untuk pembahasan mengenai TSM mengarah pada pencegahan diare belum dijelaskan di dalam jurnal ini. Riset-riset yang ada dari pencarian bahwa TSM tidak pernah dikaitkan dengan intervensi diare melainkan sebagai intervensi pangan di bidang hortikultura. Dan hal ini merupakan *research gap* dari sebuah riset dengan tema TSM sebagai intervensi diare, juga merupakan novellty bila ada peneliti mau melakukan research gap dengan tema terkait.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

1. Hasil *systematic review* pada 11 artikel hasil penelitian terkait, 9 di antaranya menunjukkan bahwa TSM telah berhasil diimplementasikan pada berbagai berbagai jenis lalat, dan lebih dominan pada hama lalat buah spesies *Bactrocera dorsalis*.
2. Berdasarkan hasil review 11 artikel maka Teknik Serangga Mandul (TSM) lebih banyak diterapkan pada hama pertanian khususnya tanaman buah dan sayur untuk intervensi pangan, tidak pada intervensi penyakit.
3. Berdasarkan hasil review 11 artikel, terdapat 2 artikel yang membahas mengenai kepadatan lalat dengan kejadian diare. Namun tidak mengaitkan dengan TSM.
4. Penggunaan TSM lebih banyak digunakan untuk pengendalian hama serangga karena memiliki beberapa keuntungan seperti hemat biaya, efisien, serta ramah lingkungan bila dibandingkan pengendalian hama lainnya seperti insektisida.
5. Konsep penelitian terdahulu tidak mengangkat teori TSM sebagai salah satu metode intervensi dalam pencegahan diare dan menekan kepadatan lalat, melainkan pada riset terkait ketahanan pangan khususnya pada tanaman buah dan sayuran.
6. Kemungkinan konsep itu memerlukan pembaharuan atau memerlukan penjelasan yang lebih logis dan aktual sehingga menjadi lebih berguna sifatnya.

Saran

Berdasarkan hasil dan kesimpulan dari penelitian yang dilakukan, terdapat keterbatasan dalam penelitian ini, maka saran yang dapat diberikan sebagai berikut :

1. Penelitian ini dapat menjadi rujukan pada penelitian selanjutnya mengetahui perkembangan topik mengenai teknik serangga mandul sebagai intervensi penyakit.

2. Diharapkan penelitian selanjutnya menggunakan metode penelitian yang lebih baik dan kompeten, seperti eksperimen.
3. Penelitian terdahulu menawarkan beberapa hal yang bisa diteliti lebih lanjut di antaranya faktor penghambat kinerja lalat mandul sehingga metode TSM tidak efektif, serta studi lebih lanjut mengenai fungsi bakteri yang terdeteksi pada larva yang dapat meningkatkan kinerja lalat yang sudah disterilkan sebagai bagian dari TSM.

DAFTAR PUSTAKA

Ambarita, L. P. (2015a). Pengendalian Nyamuk Vektor Menggunakan Teknik Serangga Mandul (TSM). *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*.

Ambarita, L. P. (2015b). Pengendalian Nyamuk Vektor Menggunakan Teknik Serangga Mandul (TSM). *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, 111–118.

Amrullah, S. A. (2015). Uji Insektisida Ekstrak Serai Wangi (Cymbopogon Nardus) Terhadap Lalat Rumah Dewasa (*Musca Domestica*) Dibandingkan dengan Malathion 0,28%.

Ant, T., Koukidou, M., Rempoulakis, P., Gong, H.-F., Economopoulos, A., Vontas, J., & Alphey, L. (2012). *Control of The Olive Fruit Fy Using genetics-enhanced Sterile Insect Technique*. *BMC Biology*, *10*, 51. https://doi.org/10.1186/1741-7007-10-51

Arisman. (2008). Keracunan Makanan.

Asmara, I. G. Y., & Artastra, I. K. (2020). Efektivitas Edukasi Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS) Terhadap Upaya Pencegahan Diare di Kota Mataram, *9*(2), 83–89.

Asmi, Nuddin, A., & Abidin. (2020). Program Strategi Dalam Mereduksi Angka Kejadian Diare pada Balita di Kota Parepare. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Ayu Anita Pertiwi, & Raden. (2019). Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Daun Kemangi (Ocimum Basilicum) Sebagai Insektisida Nabati Pengusir Lalat Rumah (*Musca Domestica*) dalam Bentuk *Gel Freshner*. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Birawida, A. B., Selomo, M., & Rachmat, M. (2020). Jurnal Nasional Ilmu Kesehatan (JNIK), *3*, 1–13.

Depkes RI. (2003). No Title.

Deutscher, A. T., Burke, C. M., Darling, A. E., Riegler, M., Reynolds, O. L., & Chapman, T. A. (2018). *Near Full-Length 16S Rrna Gene Next-Generation Sequencing Revealed Asaia as a Common Midgut Bacterium of Wild and Domesticated Queensland Fruit Fly Larvae*. *Microbiome*, *6*(1), 85. https://doi.org/10.1186/s40168-018-0463-y

Dwi Meidyana Putri, N. M. (2019). Gambaran Tingkat Kepadatan Lalat di Pasar Kangkung Desa Pemogan Kecamatan Denpasar Selatan Tahun 2019. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Ekawasti, F., & Martindah, E. (2016). Pengendalian Vektor pada Penyakit Zoonotik Virus Arbo di Indonesia (*Vector Control of Zoonotic Arbovirus Disease in Indonesia*), *26*(4), 151–162.

Hou, Q. L., Chen, E. H., Dou, W., & Wang, J. J. (2020). *Assessment of Bactrocera dorsalis (Diptera: Tephritidae) Diets on Adult Fecundity and Larval Development: Insights into Employing the Sterile Insect Technique*. *Journal of Insect Science*, *20*(1). https://doi.org/10.1093/jisesa/iez128

Hutaningsih, D., & Rasyid, A. (2013). Faktor yang Berhubungan Dengan Kejadian Diare pada Anak di Tempat Pembuangan Akhir di Kelurahan Lapadde, *3*, 8–14.

Ismawati, Hariati Lestari, J. (2016). Hubungan Kepadatan Lalat, Jarak Pemukiman dan Sarana Pembuangan Sampah dengan Kejadian Diare pada Pemukiman Sekitar UPTD Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Kota Kendari di Kelurahan Anggoeya Kecamatan Poasia Tahun 2015. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Haluoleo*, *1*, 1–9. Retrieved from http://ojs.uho.ac.id/index.php/JIMKESMAS/article/view/

663/452
Jannah, M., & Maftukhah, N. A. (2018). Hubungan Perilaku Masyarakat, Jarak Pemukiman dan Kepadatan Lalat dengan Kejadian Diare pada Pemukiman Sekitar Peternakan Ayam di Kecamatan Rambang Muara Enim, *6*.

Kartini, A. A. (2019). Kepadatan Dan Metode Pengendalian Lalat di Perumahan Grand Nusa Kelurahan Liliba Tahun 2019.

Kemenkes RI. (2011). *Situasi diare di Indonesia*. *Jurnal Buletin Jendela Data & Informasi Kesehatan* (Vol. 2).

Kumala, Y. S. N. (2016). Gambaran Kondisi Sanitasi dan Tingkat Kepadatan Lalat pada Anak Sekolah Dasat di Wilayah Kerja Puskesmas Kedungmundu Tembalang Semarang, 1–73.

Lestari, E., & Ramadhani, T. (2018). Teknik Serangga Mandul Nyamuk *Culex quinquefasciatus* sebagai Upaya Pengendalian Vektor Filariasis di Kota Pekalongan, *10*(1), 1–8.

Lestari, H. B., & Caesar, D. L. (2019). Efektivitas Gradasi Warna Kuning Sebagai Atraktan *Fly Grill*, *14*, 15–19.

Masyhuda, Retno Hestiningsih, R. R. (2017). Survei Kepadatan Lalat di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, *5*(4), 560–569.

Nasution, I. A., Elvinasari, & Hastuti, D. (2018). *Effect of Gamma Irradiation on the Quality and Mating Competitivenes of Fruit Flies Bactrocera Dorsalis in the Cage Scale.*

Nasution, I. A., & Saraswati, I. (2012). Penentuan Umur Optimal untuk Iradiasi Pupa Lalat Buah *Bactrocera carambolae (Dipthera : Tepritidae*) dalam Pengendalian dengan Teknik Serangga Mandul (TSM), 501–510.

Nikolouli, K., Colinet, H., Renault, D., Enriquez, T., Mouton,

L., Gibert, P., … Bourtzis, K. (2018). *Sterile insect technique and Wolbachia symbiosis as potential tools for the control of the invasive species Drosophila suzukii*. *Journal of Pest Science*, *91*(2), 489–503. https://doi.org/10.1007/s10340-017-0944-y

Nurhayati, S. (2007). Daftar Isi Penyakit Tular Vektor di Indonesia dan Malaria Pulau Jawa maupun luar Pulau Jawa Malaria disebabkan oleh infeksi, 221–230.

Prajnawita, D. (2020). *Analisis Tingkat Kepadatan Lalat di Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Kabupaten Jember, Indonesia*.

Putri, Z. E. K. A. (2019). Uji Efektivitas Ekstrak Daun Pandan Wangi (*Pandanus Amaryllifolius Roxb*) Sebagai Insektisida Terhadap Lalat Rumah (*Musca Domestica*).

Ramadhani, T., Hadi, U. K., Soviana, S., Irawati, Z., & Sunaryo, S. (2017). Daya Saing Kawin Nyamuk Jantan Steril (*Culex quinquefasciatus*) Skala Laboratorium: Studi Awal Penggunaan Teknik Serangga Mandul dalam Pengendalian Vektor Filariasis Limfatik di Kota Pekalongan. *Balaba: Jurnal Litbang Pengendalian Penyakit Bersumber Binatang Banjarnegara*, *13*(1), 65–72. https://doi.org/10.22435/blb.v13i1.6024.65-72

Raphael, K. A., Shearman, D. C. A., Gilchrist, A. S., Sved, J. A., Morrow, J. L., Sherwin, W. B., … Frommer, M. (2014). *Australian endemic pest tephritids: Genetic, molecular and microbial tools for improved Sterile Insect Technique*. *BMC Genetics*, *15*(Suppl 2). https://doi.org/10.1186/1471-2156-15-S2-S9

Rosa, Y. (2016). Hubungan Sanitasi, Jarak Rumah, dan Kepadatan Lalat dengan Kejadian Diare (Studi di Desa Kedungdalem Kecamatan Dringu Kabupaten Probolinggo), 1–124.

Setiyaningsih, R., Agustini, M., Boewono, D. T., & Rahayu, A. (2014). Telur dan Penurunan Populasi Aedes Aegypti di Daerah Urban Kota Salatiga Balai Besar Penelitian

dan Pengembangan Vektor dan Reservoir Penyakit Badan Tenaga Nuklir Jakarta *Aplication Of Sterile Insect Technique* (*SIT*) *to Egg Sterility And Decerease of AED*, *42*(1), 15–24.

Setiyaningsih, R., Agustini, M., Heriyanto, B., & Santoso, B. (2014). *Aedes Aegypti di Daerah Sub Urban Endemis DBD Effect Of Sterile Insect Technique (SIT) to Egg Sterility and Population Decrease of Vector Dengue Fever Aedes Aegypti in Endemic Dengue Fever*, 1–9.

Shelly, T. E. (2020). *Evaluation of a Genetic Sexing Strain of the Oriental Fruit Fly as a Candidate for Simultaneous Application of Male Annihilation and Sterile Insect Techniques (Diptera: Tephritidae)*. *Journal of Economic Entomology*, *113*(4), 1913–1921. https://doi.org/10.1093/jee/toaa099

Sukmawati, N. L., Ginandjar, P., & Hestiningsih, R. (2019). Keanekaragaman Spesies Lalat dan Jenis Bakteri Kontaminan dang dibawa Lalat di Rumah Pemotongan Unggas (RPU) Semarang Tahun 2018 *Diversity of Flies Species and Types of Contaminant Bacteria Bringing Flies in Poultry Cutting House* (PCH) Semarang 2018. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*, *7*(1), 252–259.

Sukmawati, Windy, Aryasih, Made, I. G. A., Suyasa, & Gede, I. N. (2020). Efektivitas Cengkih, Kemangi dan Pandan Wangi sebagai Insektisida Alami Penurun Kepadatan Lalat pada Ikan Tongkol, https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Suraya, C. (2020). Hubungan Hygiene Makanan , Sumber Air dan *Personal Hygiene Relationship of Food Hygiene Water Source and Personal Hygiene with*, *3*(2), 94–100.

Terry Y.R. Pristya, Fajaria NurCandra, A. M. F. (2018). Kepadatan Lalat dan Hubungannya dengan Diare di Sekitar Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Kota Depok. *Jurnal Kesmas Indonesia*, *11*(1), 9–23.

https://doi.org/https://doi.org/10.20884/1.ki.2019.11.1.1321

Tri Andini, Santy Deasy Siregar, M. S. (2019). Tri Andini. *Efektivitas Teknologi Fly Grill Modifikasi Untuk Mengurangi Kepadatan Lalat Di Tempat Penjualan Daging Di Pasar Sukaramai Kota Medan*, *2*(2), 52–61.

Usman, & Suriani, L. (2016). Pengembangan Sistem Edukasi Pencegahan Penyakit Diare Berbasis *Development of Civil Society* di Kota Parepare, (2).

Yanti, C. A. (2018). Hubungan Perilaku Dan Tingkat Kepadatan Lalat Dengan Kejadian Diare di Pasar Sarilamak. *Human Care Journal*, *3*(1).https://doi.org/10.32883/hcj.v3i1.149