

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Kajian Teori

1. Pengenalan Rayap (Ordo: Isoptera)

Rayap adalah serangga sosial pemakan selulosa. Serangga ini diperkirakan telah menghuni bumi sekitar 220 juta tahun yang lalu atau 100 juta tahun sebelum serangga sosial lainnya menghuni bumi. Rayap memiliki keragaman spesies yang cukup tinggi, tercatat 2500 spesies telah berhasil diidentifikasi. Spesies tersebut terbagi ke dalam tujuh famili, 15 sub-famili, dan 200 genus yang tersebar di berbagai negara di dunia. Rayap mudah dijumpai di dataran rendah tropik. Hal ini dikarenakan penyebaran dan aktivitas rayap sangat dipengaruhi oleh faktor suhu dan curah hujan. Namun demikian, beberapa genus rayap dapat hidup di daerah-daerah dingin seperti *Archotermopsis* yang hidup di Puncak Pegunungan Himalaya pada ketinggian 3000 m. Di Indonesia ditemukan 200 spesies rayap yang terdiri dari 3 famili yaitu *Kalotermitidae*, *Rhinotermitidae* dan *Termitidae*.¹⁶

Rayap termasuk ke dalam ordo isoptera, mempunyai 7 (tujuh) famili termitidae yang merupakan kelompok rayap tinggi. Rayap merupakan serangga pemakan kayu (*Xylophagus*) atau bahan-bahan yang mengandung selulosa. Rayap juga hidup berkoloni dan mempunyai sistem kasta dalam kehidupannya. Kasta dalam rayap terdiri dari 3 (tiga) kasta yaitu :

1. Kasta prajurit, kasta ini mempunyai ciri-ciri kepala yang besar dan penebalan yang nyata dengan peranan dalam koloni sebagai pelindung koloni terhadap gangguan dari luar. Kasta ini mempunyai mandible yang sangat besar yang digunakan sebagai senjata dalam mempertahankan koloni.

¹⁶Haneda, N. F., & Firmansyah, A. (2012). Keanekaragaman Rayap Tanah di Hutan Pendidikan Gunung Walat Sukabumi. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 3(2), 92-96.

2. Kasta pekerja, kasta ini mempunyai warna tubuh yang pucat dengan sedikit kutikula dan menyerupai nimfa. Kasta pekerja tidak kurang dari 80-90 % populasi dalam koloni. Peranan kasta ini adalah bekerja sebagai pencari makan, memberikan makan ratu rayap, membuat sarang dan memindahkan makanan saat sarang terancam serasat melindungi dan memelihara ratu.

3. Kasta reproduktif, merupakan individu-individu seksual yang terdiri dari betina yang bertugas bertelur dan jantan yang bertugas membuahi betina. Ukuran tubuh ratu mencapai 5- 9 cm atau lebih.¹⁷

Sebagaimana di negara-negara tropikalainnya, di Indonesia rayap dikenal sebagai serangga perusak kayu dan bangunan gedung yang paling penting. Serangannya pada kayu konstruksi bangunan dan bahan *lignoselulosa* lainnya telah dilaporkan hampir di seluruh propinsi di Indonesia. Bahkan kerugian ekonomis yang terjadi akibat serangannya pada bangunan gedung terus meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2000 kerugian tersebut diperkirakan mencapai Rp. 3,73trilyun. Sejalan dengan meluasnya pembukaan wilayah hutan, reklamasi lahan, pembangunan pemukiman, serta lahan pertanian dan perkebunan, ancaman serangan rayap pada bangunan gedung, tanaman pertanian, perkebunan dan kehutanan cenderung terus meningkat.¹⁸

Rayap berperan penting sebagai pengurai (*decomposer*) atau sebagai pemakan bahan organik yang lapuk (*scavanger*). Rayap mampu melumatkan dan menyerap *selulosa* dari kayu dan serasah-serasah yang di makannya. Makanan utama rayap selain selulosa kayu, juga selulosa yang terdapat pada sabuk kelapa, rumput, kertas, karton, tekstil dan kulit-kulit tanaman. Rayap juga mengkonsumsi jamur sebagai bahan makanannya. Kelompok rayap subfamili *Mastotermetinae*(famili Termitidae)membudidayakan jamur

¹⁷Iswanto, A. H. (2005). Rayap Sebagai Serangga Perusak Kayu Dan Metode Penanggulangannya.

¹⁸Subekti, N. (2010). Karakteristik populasi rayap tanah *Coptotermes* spp (Blattodea: Rhinotermitidae) dan dampak serangannya. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 2(2).

Termitomyces (Basidiomycetes) dalam koloninya, jamur ini dimakan oleh anggota koloni yang masih muda. Rayap juga ada yang mengkonsumsi tanah yang mengandung mineral, karbohidrat, mikroorganisme tanah dan *polyphenic*. Sekitar 60% dari famili termitidae mengkonsumsi tanah sebagai bahan makanannya. Perilaku rayap yang sekali-kali mengadakan hubungan dalam bentuk menjilat, mencium dan menggosokkan anggota tubuhnya dengan lainnya (perilaku trofalaksis) merupakan cara rayap menyampaikan bakteri dan protozoa berflagellata bagi individu yang baru saja ganti kulit (ekdisis) untuk menginjeksi kembali individu rayap tersebut. Di samping itu, juga merupakan cara menyalurkan makanan ke anggota koloni lainnya. Aktivitas rayap sebagai hama, baik pada tanaman pertanian, perkebunan, kehutanan maupun bangunan gedung terjadi terutama ketika suatu habitat alami mengalami perubahan yang cukup drastis yang menyebabkan spesies-spesies rayap tertentu menyesuaikan diri terhadap perubahan tersebut.¹⁹

2. Klasifikasi Rayap

Rayap Tanah (macrotermes)	
KERAJAAN	Animalia
FILUM	Arthropoda
KELAS	Insecta
ORDO	Blattodea
FAMILI	Tirmitidae
GENUS	Macrotermes
SPESES	Macrotermes Gilvus hagen

Gambar 2.1 Tabel klasifikasi rayap

Sumber; <https://www.greeners.co>

Sampai sekarang sudah tercatat 7 famili (suku), 295 genus (marga) dan lebih dari 2882 spesies (jenis) termasuk kelompok ini. 15 Rayap terdiri dari tujuh famili, yaitu *Kalotermitidae*, *Rhinotermitidae*, *Serritermitidae*,

¹⁹Hasman, A. E., Muin, M., & Taskirawati, I. (2019). Keragaman Jenis Rayap Pada Lahan Pemukiman Dengan Berbagai Kelas Umur Bangunan. *Jurnal Perennial*, 15(2), 74-82.

termitidae, *Termopsidae*, *Mastotermitidae* dan *Hodotermitidae*. Famili Termitidae dibagi menjadi beberapa subfamili yaitu *Apicotermitinae*, *Termitinae*, *Macrotermitinae*, dan *Nasutitermitinae*. Rayap memerlukan lingkungan hidup yang sangat spesifik untuk dapat bertahan hidup. mereka setiap saat memerlukan tanah yang lembab atau lingkungan yang lembab untuk hidupnya. Kadar air adalah sesuatu yang sangat kritis agar rayap dapat hidup normal. Selain laron, kasta lainnya dalam rayap mempunyai tubuh yang sangat lunak sehingga cepat sekali kehilangan air apabila berada dalam lingkungan udara yang kering. Oleh karena itu rayap membuat sarangnya dengan membentuk lorong-lorong yang sangat rumit.²⁰

Beberapa sifat penting rayap yaitu: (1) *Trhopalaxis*, saling bertukar bahan makanan melalui mulut dan anus; (2) *Cryptobiotik*, menjauhi cahaya, kecuali pada fase swarming; (3) *Kanibalisme*, memakan sesamanya yang lemah atau sakit; dan (4) *Polimorfisme*, bentuk-bentuk rayap yang berbeda secara morfologi dan fungsi antara kasta pekerja, prajurit, dan reproduktif. (5) *Neurophagy*, perilaku rayap memakan bangkai rayap lain yang telah mati.²¹

Rayap memerlukan lingkungan hidup yang sangat spesifik untuk dapat bertahan hidup. mereka setiap saat memerlukan tanah yang lembab atau lingkungan yang lembab untuk hidupnya. Kadar air adalah sesuatu yang sangat kritis agar rayap dapat hidup normal. Selain laron, kasta lainnya dalam rayap mempunyai tubuh yang sangat lunak sehingga cepat sekali kehilangan air apabila berada dalam lingkungan udara yang kering. Oleh karena itu rayap membuat sarangnya dengan membentuk lorong-lorong yang sangat rumit.

3. Morfologi Rayap

Rayap yang ditemukan di daerah tropis jumlah telurnya dapat mencapai 36000 sehari bila umur koloni sudah mencapai ± 5

²⁰Irawansyah No Title, 2019.hlm,12

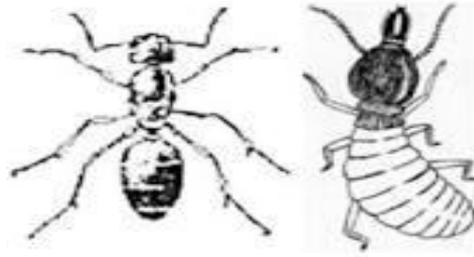
²¹Nandika, D., Rismayadi, Y., & Diba, F. (2003). Rayap: Biologi dan pengendaliannya. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.

tahun. Bentuk telur rayap ada yang berupa butiran yang lepas dan ada pula yang berupa kelompok terdiri dari 16-24 butir telur yang melekat satu sama lain. Bentuk telur ini silinder, memiliki ukuran yang bervariasi antara 1-1,5 mm.²²

Nimfa muda akan mengalami pergantian kulit sebanyak 8kali, sampai berkembang menjadi kasta pekerja, prajurit dan calon laron. Kepala berwarna kuning, antena, labrum dan pronotum kuning pucat. Bentuk kepala bulat ukuran panjang sedikit lebih besar dari lebarnya. Antena terdiri dari 15 ruas. Bentuk mandibel seperti arit dan melengkung diujungnya, bentuk dan ukura mandibel kanan dan kiri sama. Bagian abdomen ditutupi dengan rambut yang menyerupai duri. Abdomen berwarna putih kekuningan.²³ tubuh Isoptera tersusun oleh:

- a. Capit Tipe mulut penggigit dan pengunyah, mempunyai matamajemuk, ada yang mempunyai dua ocellus dan ada yang tidak. Antena panjang tersusun atas sejumlah segmen, sampai tiga puluh segmen.
- b. Thorax Mempunyai dua pasang sayap yang bersifat membran, sepasang sayap ini mempunyai bentuk dan ukuran yang sama, pada keadaan istirahat sepasang sayap ini melipat di bagian dorsal abdomen. Rata-rata rayap pekerja dan rayap prajurit tidak mempunyai sayap. Mempunyai pasangan-pasangan kaki pendek, coxae berkembang, tersusun terdiri atas empat sampai lima segmen, dengan sepasang ungu.
- c. Abdomen Terdiri atas sebelas segman. Sternum segmen abdomen pertama berbentuk kecil. Sternum segmen abdomen kesebelas menjadi paraproct. Cercus pendek tersusun atas enam sampai dengan delapan segmen.

²³M.Hendriansyah Jumari, "Identifikasi Jenis, ... hal 11



Gambar 2.1
Morfologi rayap dan semut
Sumber : <https://www.rudyct.com>

Secara morfologi semut dan rayap mudah dibedakan. Rayap memiliki antenna yang lurus sedangkan antenna semut cenderung melengkung atau menyiku. *Thorak* (dada) dan *Abdomen* (perut) rayap menyambung dengan ukuran yang hampir sama, sedangkan thorak dan abdomen pada semut dihubungkan dengan pinggang yang ramping. Bentuk ukuran dan pola pertulangan kedua pasang sayap pada laron (sulung, alates) hampir sama, sedangkan sayap depan dan belakang semut memiliki bentuk, ukuran, dan pola pertulangan yang berbeda-beda. Dari segi kekerabatan (filogenetika), semut berkerabat dengan lebah, yang termasuk dalam ordo *Hymenoptera*, sedangkan sayap lebih mendekati lipis dan termasuk ordo *Blatodea*.²⁴

Karakter morfologi yang diamati dari beberapa sampel rayap Genus *Coptotermes* yang ditemukan terdiri dari panjang kepala, lebar kepala, panjang mandibel, jumlah ruas tubuh, jumlah ruas antenna, jumlah bulu pada kepala, bentuk mandibel, dan bentuk pronotum. Genus *Coptotermes* memiliki kepala berwarna kuning, antenna, lambrum, dan pronotum kuning pucat. Bentuk kepala bulat ukuran panjang sedikit lebih besar daripada lebarnya, memiliki fontanel yang lebar. Antena terdiri dari 9-15 segmen; segmen kedua dan segmen keempat sama panjangnya. Mandibel berbentuk seperti arit dan melengkung diujungnya; batas antara sebelah dalam dari mandibel kanan sama

²⁴Ibid,... hal 49

sekali rata. Rata-rata panjang kepala tanpa mandibel pada seluruh sampel rayap berkisar antara 0.92-1.3 mm. Lebar kepala 0.97-1.14 mm. Bagian abdomen ditutupi dengan rambut yang menyerupai duri. Abdomen berwarna putih kekuning-kuningan dengan jumlah ruas antara 8-10 ruas.²⁵

4. Sifat dan Perilaku Rayap

Berikut istilah-istilah dari sifat dan perilaku rayap:

- a. Trophalaxis, adalah transfer material (makanan, senyawa kimia dan protozoa) dalam satu koloni.
- b. Proctodeal, adalah transfer material melalui anus.
- c. Stomadeal, adalah transfer material melalui mulut.
- d. Foraging, adalah perilaku rayap yang suka mengembara mencari makanan secara.
- e. Cryptobiotik, adalah sifat rayap yang peka terhadap cahaya, suka pada tempat yang gelap, serta terlindung cahaya dan sinar matahari.²⁶

5. Jenis-Jenis Rayap

Di Indonesia rayap tanah/subteran yang paling banyak merusak adalah jenis-jenis dari genus *Coptotermes* dan *Schedorhinotermes*. Rayap *Coptotermes* ditemukan banyak menyerang tanaman perkebunan dan kehutanan seperti pohon kelapa, karet, coklat, kelapa sawit dan pinus serta juga banyak merusak bangunan gedung, buku-buku, arsip-arsip, kabel-kabel listrik, telepon serta barang-barang yang disimpan. Berikut adalah beberapa contoh dari jenis-jenis rayap berdasarkan habitatnya.

- a. Rayap Pohon Rayap pohon adalah jenis rayap yang menyerang pohon-pohon hidup. Rayap ini bersarang di dalam pohon dan

²⁵Subekti, N. (2010). Karakteristik populasi rayap tanah *Coptotermes* spp (Blattodea: Rhinotermitidae) dan dampak serangannya. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 2(2).

²⁶M.Hendriansyah Jumari, "Identifikasi Jenis Rayap,... hal 29

tidak berhubungan dengan tanah. Contoh yang khas dari rayap ini adalah *Neotermes tectonae* (famili *Kalotermitidae*), hama pohon jati (*Tectona grandis*).²⁷

- b. Rayap kayu basah/lembab Rayap kayu basah adalah golongan rayap yang biasamenyerang kayu-kayu busuk atau pohon yang akan mati. Sarangnya terdapat dalam kayu dan tidak berhubungan dengan tanah. Contoh : jenis-jenis rayap dari genus *Glyptotermes* (*Glyptotermes* sp. Famili *Kalotermitidae*).²⁸
- c. Rayap kayu kering Rayap kayu kering hidup dalam kayu mati yang telah kering. Tanda serangannya adalah terdapat butir-butir ekskremen kecil berwarna kecoklatan yang sering berjatuh di lantai atau di sekitar kayu yang diserang. Rayap ini juga tidak berhubungan dengan tanah, karena habitatnya kering.²⁹
- d. Rayap subteran Rayap subteran adalah golongan rayap bersarang di dalam tanah tetapi dapat juga menyerang bahan-bahan di atas tanah karena selalu mempunyai terowongan pipih yang terbuat dari tanah yang menghubungkan sarang dengan benda yang diserangnya. Di Indonesia rayap subteran yang paling banyak merusak adalah jenis-jenis dari famili *Rhinotermitidae*. Terutama dari genus *Coptotermes* dan *Schedorhinotermes*. Perilaku rayap ini mirip rayap tanah seperti *Macrotermes* namun perbedaan utama adalah kemampuan *Coptotermes* untuk bersarang di dalam kayu yang diserangnya, walaupun tidak ada hubungan dengan tanah, asal saja sarang tersebut sekali-sekali memperoleh lembab, misalnya tetesan air hujan dari atap bangunan yang bocor.³⁰

²⁷M.Hendriansyah Jumari, "Identifikasi Jenis Rayap,... hal 23

²⁸Ibid... hal 23

²⁹Ibid,... hal 24

³⁰Ibid,... hal 25

- e. Rayap tanah Rayap tanah merupakan kelompok rayap yang paling banyak menyebabkan kerugian ekonomis terhadap kehidupan manusia. Untuk mencapai sasarannya rayap tanah dapat menyerang dengan berbagai cara yaitu, menyerang melalui kayu yang berhubungan langsung dengan tanah, masuk melalui retakan-retakan atau rongga pada dinding dan fondasi, membuat liang-liang kembara (shelter tubes) di atas permukaan kayu serta dapat menembus penghalang fisik seperti plastik, logam tipis, kabel dan lain-lain walaupun objek tersebut bukan makanannya. Ketika rayap telah mencapai sasarannya maka rayap akan memperluas serangannya sampai bagian-bagian yang tinggi dengan membuat sarang antara di dalam bangunan yang jauh dari tanah, dan memanfaatkan sumber-sumber kelembaban yang tersedia dalam bangunan tersebut. Jenis-jenis rayap tanah di Indonesia adalah dari famili *Termitidae*. Mereka bersarang dalam tanah terutama dekat pada bahan organik yang mengandung selulosa seperti kayu, serasah dan humus. Contoh-contoh *Termitidae* yang paling umum menyerang bangunan adalah *Macrotermes* sp. (terutama *Macrotermes gilvus*) *Odontotermes* sp. dan *Microtermes* sp.³¹

6. Habitat Rayap

Habitat memiliki arti sebagai tempat tinggal makhluk hidup sejenis yang mana antara yang satu dengan lainnya terjadi interaksi atau hubungan. Habitat rayap memiliki arti sebagai tempat tinggal koloni rayap dalam melangsungkan kehidupan mereka. Rayap jika dilihat dari penggolongannya dapat diketahui tempat tinggalnya, dan yang lebih penting untuk diketahui bahwa rayap tersebut akan membuat habitat mereka pada bahan-bahan yang memiliki selulosa. Selulosa adalah komponen kimia dari suatu kayu yang merupakan hasil turunan dari

³¹Ibid,... hal 26

karbohidrat sehingga menjadi sumber makanan bagi rayap dan serangga lainnya yang menjadi hama kayu tersebut.

Rayap merupakan serangga sosial yang memiliki karakteristik dalam membangun sarang. Partikel penyusun sarang rayap terdiri dari pasir, tanah liat, humus, kotoran rayap dan kelenjar liur rayap yang berfungsi sebagai perekat, sehingga menjadi bangunan yang keras. Komponen penyusun sarang pada rayap permanen, beberapa ruang di isi pecahan-pecahan rumput dan dedaunan.³²

habitat rayap tanah dapat ditemukan di atas permukaan tanah, pada tempat-tempat yang tinggi, di batang- batang pohon, di dalam kayu, bahkan di dalam tanah yang sumber kelembabannya selalu tersedia. Sebagai contoh *Coptotermes curvignathus* tergolong rayap tanah, ia menyukai tempat-tempat yang lembab. Sarangnya berada di dalam tanah dan dapat mencapai areal seluas 1,5-2 Ha. Sarang sekunder berada sampai 90 m dari sarang pusat.³³ Rayap tanah, jenis-jenis rayap tanah di Indonesia adalah dari famili Termitidae. Mereka bersarang dalam tanah terutama dekat pada bahan organik yang mengandung selulosa seperti kayu, serasah dan humus. Contoh spesies *Termitidae* yang paling umum menyerang bangunan adalah *Macrotermes* sp. (terutama *M. gilvus*) *Odontotermes* sp dan *Microtermes* sp. Jenis-jenis rayap ini sangat ganas, dapat menyerang obyek berjarak sampai 200 meter dari sarangnya.

ط
مِنْ سَأَتِهِ تَأْكُلُ الْأَرْضَ دَابَّةٌ إِلَّا مَوْتَهُ عَلَى دَهْمٍ مَا الْمَوْتُ عَلَيْهِ قَضِينَا فَلَمَّا

⑤ الْمُهَيِّنِ الْعَذَابِ فِي لَبِثُوا مَا الْغَيْبِ يَعْلَمُونَ كَانُوا لَوْلَا أَنْ الْحِنْ تَبَيَّنَتْ خَرَفَلَمَّا

Artinya : “Maka ketika Kami telah menetapkan kematian atasnya (Sulaiman), tidak ada yang menunjukkan kepada mereka kematiannya itu

³²Hendra Ervany, “Biologi Sarang Rayap,... hal 29

³³“II. TINJAUAN PUSTAKA 2.1. Rayap,” no. 1989 (2001): 5–10.

kecuali rayap yang memakan tongkatnya”

Rayap memang sangat meresahkan masyarakat. “Masyarakat yang tinggal di sepanjang wilayah tropis mengetahui bahwa rayap adalah pemakan yang rakus terhadap bangunan dan pertanian atau perkebunan, sementara itu, hanya sedikit yang memahami bahwa mereka memiliki peran dalam meningkatkan kualitas tanah.³⁴

Rayap membangun sarang sebagai tempat keberlangsungan hidupnya, dan berkembang biak. Sistem sarang dibentuk sesuai dengan habitat, karena rayap dapat hidup di dalam tanah dan di dalam kayu. Di daerah dingin dan daerah berpasir rayap lebih cenderung membangun sarang di dalam tanah, sedangkan di daerah yang kering sarang dibangun dalam ukuran kecil untuk menghindari kekurangan air. Beberapa rayap memiliki sarang tambahan agar dapat bergerak sesuai dengan cadangan makanan dan lingkungan jelajahnya. Bentuk sarang ini berbeda-beda untuk setiap koloni walaupun spesiesnya sama. Hampir seluruh kehidupan rayap dilakukan di dalam sarang.³⁵

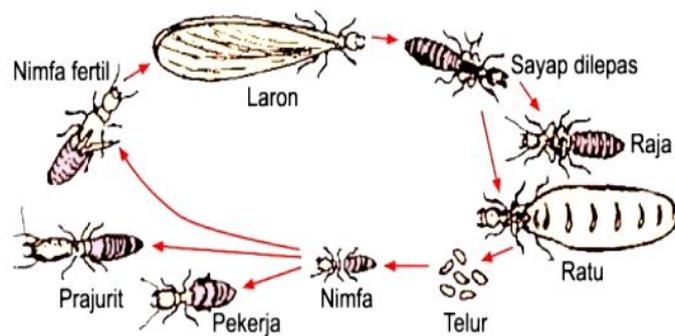
Berdasarkan habitatnya, rayap dibagi ke dalam beberapagolongan yaitu rayap kayu basah (*damp wood termite*), rayap kayu kering (*dry wood termite*), rayap pohon (*tree termite*) dan subteran atau rayap tanah (*subteranean termite*). Rayap kayu basah adalah golongan rayap yang biasa menyerang kayu-kayu busuk atau pohon yang akan mati. Sarangnya terdapat dalam kayu dan tidak berhubungan dengan tanah. Rayap kayu kering adalah golongan rayap yang biasa menyerang kayu-kayu kering. Sarangnya terdapat dalam kayu dan tidak berhubungan dengan tanah. Rayap pohon adalah golongan rayap yang menyerang pohon-pohon hidup. Rayap ini bersarang di dalam pohon dan tidak berhubungan dengan tanah. Rayap subteran adalah golongan rayap bersarang di dalam tanah tetapi dapat juga menyerang bahan-bahan di atas tanah karena selalu mempunyai

³⁴Lamasai, M. M., & Puadi, R. I. (2012). Pemanfaatan lingkungan alam sekitar sebagai sumber belajar dalam meningkatkan hasil belajar IPA siswa Kelas III SDN 10 Gadung. *Jurnal Kreatif Online*, 5(3).

³⁵Hendra Ervany, “Biologi Sarang Rayap,... hal 29

terowongan pipih yang terbuat dari tanah yang menghubungkan sarang dengan benda yang diserangnya. Sarang rayap tidak hanya berfungsi sebagai tempat kawin rajadan ratu, tetapi juga sebagai tempat memperbanyak koloni. Selain itu sarang juga berfungsi sebagai pelindung koloni rayap dari pengaruh lingkungan luar dan pemangsa alaminya. Beberapa sarang juga dimanfaatkan sebagai tempat penyimpanan makanan.³⁶

7. Siklus Hidup Rayap



Gambar 2.2
Siklus hidup rayap
Sumber: <https://indorsie.com>

Rayap dalam perkembangannya mengalami perubahan bentuk (*metamorfosis*) yang disebut Hemimetabolus. Rayap mengalami metamorfosis tidak sempurna yang terdiri dari tiga tahap yaitu telur, nimfa dan dewasa. Bila musim penghujan datang maka suhu dan kelembaban udara akan menjadi tinggi. Hal ini menyebabkan sebagian dari rayap kasta reproduksi dewasa akan keluar dari sarangnya dan terbang di sekitar sumber cahaya untuk melepaskan sayapnya dan mencari pasangan (Raja dan Ratu). Rayap terbang ini dikenal dengan nama laron. Laron-laron ini merupakan bagian dari siklus hidup rayap yang akan

³⁶Hendra Ervany, "Biologi Sarang Rayap,... hal 29

melakukan reproduksi dan membentuk koloni baru.³⁷

Jumlah telur rayap bervariasi, tergantung kepada jenis dan umur. Saat pertama bertelur betina mengeluarkan 4-15 telur. Telur rayap berbentuk silindris, dengan bagian ujung yang membulat yang berwarna putih. Panjang telur juga bervariasi antara 1-1,5 mm. Setelah telur menetas menjadi nimfa, nimfa-nimfa yang sedang tumbuh dapat diatur menjadi anggota kasta. Nimfa muda akan mengalami pergantian kulit sebanyak 8 kali, sampai kemudian berkembang menjadi kasta pekerja, prajurit dan kasta reproduktif.³⁸

Raja dan ratu yang baru akan terus bereproduksi sepanjang hidupnya, dan keduanya terlibat dalam pemeliharaan keturunan yang pertama. Telur-telur dari hasil perkawinan akan membentuk keturunan *polimorfis* baru dalam kasta, yaitu Kasta Pekerja, Kasta Prajurit dan Kasta Reproduksi. Mengenai kasta akan dijelaskan sebagai berikut:

a. Kasta Prajurit



Gambar 2.3
kasta prajurit

sumber : <https://www.semarpest.com>

Kasta prajurit jumlahnya $\pm 15\%$ dari seluruh anggota koloni. Secara umum kasta prajurit mudah dikenali dari bentuk kepalanya terdapat penebalan dibagian kutikula, kasta prajurit bertugas menjaga koloni dari serangan musuh atau predator mereka seperti

³⁷Kuswanto, E., & Elen, D. J. (2012). Studi Distribusi Rayap dan Tingkat Kerugian Ekonomis Akibat Serangannya pada Bangunan MI di Bandar Lampung. *Jurnal Biosfer Vol. VI*, (1).

³⁸M.Hendriansyah Jumari, "Identifikasi Jenis Rayap,... hal 8

semut, secara genetik kasta ini bisa berkelamin jantan atau betina.³⁹Bentuk prajurit khas, karena berwarna lebih tua dibandingkan anggota tubuh lainnya, serta memiliki capit atau mandible. Struktur tersebut berfungsi untuk mencapit, dengan warna lebih gelap dibanding anggota koloni lainnya. Bentuk tubuh yang kekar karena penebalan (*sklerotisasi*) kulitnya agar mampu melawan musuh dalam rangka tugasnya mempertahankan kelangsungan hidup koloninya. Mereka berjalan hilir mudik di antara para pekerja yang sibuk mencari dan mengangkut makanan. Setiap ada gangguan dapat diteruskan melalui “suara” tertentu sehingga prajurit-prajurit bergegas menuju ke sumber gangguan dan berusaha mengatasinya.⁴⁰

b. Kasta Pekerja



Gambar 2.4
Kasta Pekerja

Sumber : <https://antirayap.co.id>

Kasta pekerja merupakan jumlah kasta terbesar dalam satu koloni, jumlahnya dapat mencapai sekitar 90% dari anggota koloni. Individu-individu kasta ini tidak bersayap, steril dan buta. Umur kasta pekerja dapat mencapai 19-24 bulan. Kepala mereka berwarna pucat hampir serupa dengan warna tubuh lainnya. Tugasnya melalui hanya bekerja tanpa

³⁹Kurnia wiji Prasetyo, dkk. Kiat mencegah dan membasmi rayap secara ramah lingkungan dan kimiawi; Agro Media Pustaka, Depok 2003, h.4

⁴⁰Rudi C. Tarumingkeng, Biologi, ... hal 7

berhenti hilir mudik di dalam liang-liang kembara dalam rangka mencari makanan dan mengangkutnya ke sarang, membuat terowongan-terowongan, meyuapi dan membersihkan reproduktif dan prajurit, membersihkan telur-telur dan membunuh serta memakan rayap-rayap yang tidak produktif lagi (karena sakit, sudah tua atau juga mungkin karena malas), baik reproduktif, prajurit maupun kasta pekerja sendiri.⁴¹

Dari kenyataan ini maka para pakar rayap sejak abad ke-19 telah mempostulatkan bahwa sebenarnya kasta pekerjalah yang menjadi “raja”, yang memerintah dan mengatur semua tatanan dan aturan dalam sarang rayap. Sifat kanibal terutama menonjol pada keadaan yang sulit misalnya kekurangan air dan makanan, sehingga hanya individu yang kuat saja yang dipertahankan. *Kanibalisme* berfungsi untuk mempertahankan prinsip efisiensi dan konservasi energi, dan berperan dalam pengaturan *homeostatika* (keseimbangan kehidupan) koloni rayap.⁴²

c. Kasta Reproduksi



Gambar 2.5
kasta Reproduksi
sumber ; <https://rimbakita.com>

Kasta reproduktif terdiri atas individu-individu

⁴¹Rudi C. Tarumingkeng, Biologi, ... hal 7

⁴²Rudi C. Tarumingkeng, Biologi, ... hal 7

seksual yaitu; betina (ratu) yang tugasnya bertelur dan jantan (raja) yang tugasnya membuahi betina. Jika koloni rayap masih relatif muda biasanya kasta reproduktif berukuran besar yang disebut ratu. Biasanya ratu dan raja adalah individu pertama pendiri koloni, yaitu sepasang laron yang mulai menjalin kehidupan bersama sejak penerbangan alata. Pasangan ini disebut reproduktif primer, reproduktif primer terdiri atas serangga-serangga dewasa yang bersayap dan merupakan pendiri koloni.⁴³

Koloni akan membentuk “ratu” dan “raja” baru dari individu lain (biasanya dari kasta pekerja) tetapi ukuran abdomen ratu baru tak akan sangat membesar seperti ratu asli. Ratu dan raja baru ini disebut reproduktif suplementer atau neoton. Jadi, dengan membunuh ratu atau raja kita tak perlu sesumber bahwa koloni rayap akan punah. Bahkan dengan matinya ratu, diduga dapat terbentuk berpuluh-puluh neoton yang menggantikan tugasnya untuk bertelur. Dengan adanya banyak neoton maka jika terjadi bencana yang mengakibatkan sarang rayap terpecah-pecah, maka setiap pecahan sarang dapat membentuk koloni baru.⁴⁴

⁴³Rudi C. Tarumingkeng, Biologi, ... hal 7

⁴⁴Rudi C. Tarumingkeng, Biologi, ... hal 7

8. Lingkungan Universitas Islam Negeri Fatmawati Sukarno Bengkulu (UINFAS)



Gambar 2.7
lingkungan kampus UINFAS
Sumber. <https://beelajar.com>

Universitas Islam Negeri Fatmawati Sukarno Bengkulu terus menunjukkan semangatnya berkomitmen dalam berkontribusi untuk pembangunan berkelanjutan atau sustainability. Kali ini, semangat tersebut dibuktikan dengan keberhasilan masuk dalam pemeringkatan Perguruan Tinggi Berkelanjutan Terbaik versi UI Greenmetric World University Rankings 2022 yang secara resmi diumumkan di Universitas Indonesia (UI), Senin (12/12/2022) siang. Diumumkan secara daring dan luring, UIN FAS berhasil meraih posisi 9 PTKIN se Indonesia, 106 perguruan tinggi di Indonesia dan. Secara bersamaan, UIN FAS juga menempati peringkat 975 di tingkat internasional yang melibatkan ribuan universitas dari 85 negara di seluruh dunia. UI Greenmetric merupakan pemeringkatan perguruan tinggi kelas dunia gelaran UI yang menitikberatkan penilaian pada komitmen pengelolaan lingkungan kampus. Pada tahun 2022 ini, terdapat 36 indikator penilaian UI Greenmetric yang dibagi ke dalam enam kriteria dengan bobot yang berbeda untuk masing-masing kriteria.⁴⁵

⁴⁵<https://uinfasbengkulu.ac.id/index.php/2022/12/13/dukung-environment-sustainability-uin-fas-ikut-perankingan-nasional-ui-greenmetric-2022/>

pengertian lingkungan secara psikologi adalah segala sesuatu yang ada di dalam atau luar individu yang bersifat mempengaruhi sikap, tingkah laku atau perkembangannya. Lingkungan di sekitar, misalnya lingkungan sekitar sekolah merupakan salah satu sumber belajar yang dapat dioptimalkan untuk pencapaian proses dan hasil pendidikan yang berkualitas bagi peserta didik. Sumber belajar yang terdapat di lingkungan sekitar sekolah terdiri dari lapangan yang biasanya terdapat hewan dan tumbuhan, kolam, halaman atau kebun sekolah dengan berbagai tumbuh-tumbuhan yang dapat dijadikan objek pengamatan yang berkaitan dengan materi mengenal ciri-ciri makhluk hidup.⁴⁶

Seperti lingkungan Hutan menjadi media hubungan timbal balik antara manusia dan makhluk hidup lainnya dengan faktor-faktor alam dari proses ekologi yang mendukung keberlangsungan kehidupan). Dengan demikian, kehidupan manusia pada dasarnya berhubungan erat dengan lingkungan alam karena bergantung pada ekosistem yang menjamin keberlangsungan hidupnya. Akan tetapi, saat ini kerusakan lingkungan alam menjadi isu utama dengan berbagai kondisi yang mengancam kualitas lingkungan hidup.⁴⁷

Lingkungan merupakan tempat makhluk hidup tinggal, mencari kebutuhan hidupnya, serta membentuk karakter termasuk manusia yang memiliki peranan lebih kompleks dan riil dalam pelestarian lingkungan. Undang-undang Nomor 32 tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup menegaskan bahwa lingkungan hidup merupakan kesatuan ruang dengan semua benda, daya, keadaan dan makhluk hidup termasuk manusia dan perilakunya yang memengaruhi alam itu sendiri.⁴⁸

⁴⁶Lamasai, M. M., & Puadi, R. I. (2012). Pemanfaatan lingkungan alam sekitar sebagai sumber belajar dalam meningkatkan hasil belajar IPA siswa Kelas III SDN 10 Gadung. *Jurnal Kreatif Online*, 5(3).

⁴⁷Erna Mena Niman, "Keakrifan lokal Dan Upaya Pelestarian Lingkungan Alam," no. 10 (2016): 91–106.

⁴⁸Erna Mena Niman, "Keakrifan lokal Dan Upaya Pelestarian Lingkungan Alam," no. 10

Kondisi lingkungan alam yang terus mengalami degradasi sebagai dampak kerusakan secara terus menerus tersebut mengancam keselamatan manusia seperti adanya bencana longsor, banjir, menurunnya debit air, dan lain- lain. Selain berdampak pada manusia, juga berdampak pada lingkungan alam lainnya seperti berkurangnya keragaman hayati, punahnya habitat satwa, hilangnya kesuburan tanah, dan rusaknya siklus hidrologi serta akan menimbulkan pemanasan global. Gejala-gejala alam yang menunjukkan ketidakwajarannya tersebut merupakan salah satu dampak masalah lingkungan, dan hal ini dirasakan oleh seluruh umat manusia di bumi, termasuk masyarakat Indonesia.

9. Lingkungan Geografis

Lingkungan Geografis adalah tempat yang menyediakan berbagai sumberdaya sekaligus permasalahan dalam menghadapi pembangunan yang berkelanjutan. Berbagai cara telah diupayakan oleh ilmuwan terkait dengan upaya pelestarian lingkungan, khususnya lingkungan geografis. Isu-isu terkait permasalahan lingkungan global pun sebenarnya sejak lama. Namun penurunan kondisi lingkungan terjadi di berbagai tempat di beberapa belahan dunia. Perspektif global mengajarkan kita berpikir secara global dan bertindak secara lokal. Dimensi atau indikator Lingkungan Geografis yaitu Menunjukkan tempat asal barangdan/atau produk. Lingkungan geografis termasuk faktor alam, faktor manusia, atau kombinasi keduanya Faktor-faktor ini memberikan produk reputasi, kualitas, dan karakteristik khusus. Dan/atau produk yang dihasilkan. Ekowisata dapat dilihat dari tiga perspektif :

- 1) pertamaekowisata sebagai produk, merupakan semua atraksi yang berbasis pada sumberdaya alam.
- 2) Kedua ekowisata sebagai pasar, merupakan perjalanan yang

diarahkan pada upaya-upaya pelestarian lingkungan.

3) Ketiga, ekowisata sebagai pendekatan pengembangan, artinya ekowisata merupakan metode pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya pariwisata secara ramah lingkungan. Tidak hanya sumber daya alam, tetapi juga kombinasi dengan faktor manusia. Ketiga unsur tersebut membentuk suatu barang yang disebut indikasi geografis. Indikasi Geografis adalah hukum masyarakat dimana indikasi itu ditemukan Geografi.⁴⁹

10. Panduan Pratikum Biologi

Dalam proses pengajaran Biologi, diperlukan suatu metode yang dapat membekali siswa untuk mencapai kompetensi yang diharapkan dalam kurikulum. Salah satu, metode yang tepat adalah metode praktikum. Dengan kegiatan praktikum siswa mampu menguasai konsep, fakta dan proses sains sehingga meningkatkan keterampilan siswa. Kegiatan praktikum dalam materi Biologi akan membangkitkan rasa ingin tahu dan sikap ilmiah siswa terhadap fenomena alam, serta menantanginya untuk berpikir kritis dalam mencari alternatif pemecahan terhadap suatu masalah.⁵⁰

Rayap merupakan salah satu hewan invertebrata yang dapat dipraktikkan pada mata pelajaran Biologi. Hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi maupun media tambahan bagi mata kuliah entomologi. Referensi merupakan sumber petunjuk dalam pembelajaran maupun penelitian yang berisi informasi, referensi yang dimaksud dalam penelitian ini berupa buku saku, modul praktikum dan poster pembelajaran. Buku saku merupakan buku berukuran kecil yang

⁴⁹Ramdhani Nauval and Pangestu Ridwan Nur, "Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Budaya: Ras, Perkembangan Teknologi Dan Lingkungan Geografis (Literature Review Perilaku Konsumen)," *Manajemen Ilmu Terapan* 3, no. 5 (2022): 515–528, <https://doi.org/10.31933/jimt.v3i5>.

⁵⁰Kurniawati, Y. (2017). Analisis Kesulitan Penguasaan Konsep Teoritis dan Praktikum Kimia Mahasiswa Calon Guru Kimia. *Jurnal Konfigurasi*, 1(2), 146-153.

dapat dimasukkan ke dalam saku dan mudah dibawa kemana-mana yang di dalamnya berisi materi pembelajaran. Buku saku berukuran kecil dan tipis, tidak lebih dari 30 halaman bolak-balik, yang berisi tulisan dan gambar-gambar. Struktur isinya seperti buku (ada pendahuluan, isi, penutup) hanya saja cara penyajian isinya jauh lebih singkat dari pada sebuah buku dan berukuran lebih kecil hingga bisa dimasukkan ke dalam saku. Modul merupakan media pembelajaran yang berisi materi, metode, dan cara mengevaluasi yang disajikan secara sistematis dan menarik untuk mencapai tingkat pembelajaran yang diharapkan. Poster adalah suatu pesan tertulis baik itu berupa gambar maupun tulisan yang ditujukan untuk menarik perhatian banyak orang sehingga pesan yang disampaikan dapat diterima dengan mudah, salah satu kegunaan poster dalam pembelajaran adalah sebagai pendorong atau memotifasi siswa belajar.⁵¹

B. Penelitian Terdahulu

Penelitian terkait identifikasi rayap telah banyak dilakukan di berbagai daerah di Indonesia, berikut adalah beberapa hasil penelitian terdahulu mengenai identifikasi rayap:

1. Judul: Keanekaragaman Rayap (Ordo Isoptera) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan Propinsi Lampung. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, temuan spesies di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan Kabupaten Pesisir Barat sebanyak 13 jenis rayap yang memiliki spesies yang berbeda, berasal dari 3 famili yaitu *Glyptotermes* sp (famili Kalotermitidae); *Schedorhinotermes sarawakensis* (famili Rhinotermitidae); *Odontotermes* sp, *Macrotermes gilvus*, *Macrotermes* sp A, *Pericapritermes* sp, *Nasutitermes* sp.A, *Nasutitermes* sp.B, *Nasutitermes* sp.C, *Nasutitermes* sp.D, *Hospitalitermes hospitalis*, *Termeslaticornis*, *Termes* sp B (famili Termitidae). Dengan kekayaan 3 sampai 22

⁵¹Repository and Aceh, "View Metadata, Citation and Similar Papers at Core.Ac.Uk."

spesies pada plot hutan alam, dan 3 sampai 7 spesies pada plot dekat pemukiman.

2. Judul: Identifikasi Kasta Reproduksi Rayap Tanah di Gunungpati Semarang dan Analisis Faktor-faktor yang mempengaruhinya. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditentukan 24 titik pengamatan sepanjang Kelurahan Sekaran, Ngijo, dan Patemon. Hasil identifikasi jenis rayap kasta reproduktif berdasar buku *Biology of Termites* karangan Kumar Khrisna dan Frances M. Weesner Volume II tahun 1969 mengindikasikan bahwa pada 18 titik lokasi penelitian ditemukan 1 famili rayap, yaitu Termitidae. Pada 3 lokasi pengambilan sampel, ditemukan 18 titik persebaran rayap kasta reproduktif. Pada Kelurahan Ngijo ditemukan 2 titik persebaran, Kelurahan Patemon 5 titik persebaran, sedangkan Kelurahan Sekaran 11 titik persebaran. Hasil dari identifikasi menunjukkan bahwa famili Termitidae mendominasi rayap kasta reproduktif yang ditemukan. Hal ini menunjukkan bahwa Gunungpati merupakan lingkungan yang sesuai untuk hidup Termitidae.
3. Judul: Identifikasi Rayap (Ordo *Isoptera*) di Pulau Pisang dan Tembakak Kabupaten Pesisir Barat. Berdasarkan penelitian yang dilakukan, spesies rayap yang ditemukan di Pulau Pisang dan Tembakak Wa Sindi yaitu: *Nasutitermes matangensis* (Haviland), *Macrotermes gilvus* Hagen, *Bulbitermes constrictiformis* (Holmgren), *Coptotermes haviland* Holmgren, *Schedorhinotermes medioobcorus* (Holmgren), dan *Prorhinotermes flavus* Bugnion. Dari famili Rhinotermitidae ditemukan tiga spesies rayap yaitu: *Schedorhinotermes medioobcorus*, *Prorhinotermes flavus* dan *Coptotermes havilandi*. Dari famili Termitidae ditemukan tiga spesies rayap yaitu: *Nasutitermes matangensis*, *Bulbitermes constrictiformis* dan *Macrotermes gilvus*. *Schedorhinotermes medioobcorus* dan *Macrotermes gilvus* spesies rayap ini memiliki

dua tipe kasta prajurit, yaitu kasta prajurit yang berukuran besar (mayor) dan kasta berukuran kecil (Minor).

4. Judul: Preferensi Rayap (*Isoptera: Termitidae*) pada Berbagai Tonggak Pohon di Kawasan Cagar Alam Bantarbolang Pemalang Jawa Tengah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan spesies rayap yang ditemukan di berbagai tonggak pohon jati (*T. Grandis*), tonggak pohon mahoni (*S. Macrophylla*), dan tonggak pohon wangkal (*A. Procera*), di dapati satu spesies rayap yaitu *Macrotermes gilvus* yang termasuk ke dalam famili *Termitidae*, Subfamili *Macrotermitinae*.
5. Judul: Identifikasi Spesies Rayap Pada Zona Referensi dan Zona Rehabilitasi Taman Nasional Meru Betiri. Berdasarkan penelitian yang dilakukan spesies rayap yang telah diidentifikasi yaitu *Macrotermes gilvus*Hagen (mayor), *Nasutitermes matangensis*, dan *Macrotermes gilvus* Hagen (minor). Ketiganya berasal dari famili *Termitidae*
6. Tanaman tebu sebagai sumber penghasil gula adalah salah satu bahan makan yang kerap tidak dapat luput dar keperluan sehari-hari. Namun saat ini produktivitas gula mengalami penurunan. Curah hujan yang tinggi dan cara pemanenan yang 10 tidak benar menjadi faktor penghambat produktivitas tanaman tebu, selain itu adanya serangan hama dan penyakit tanaman tebu menjadi penyebab utama berkurangnya produktivitas tanaman tebu. Rayap menggerek batang dan merusak tanaman tebu. Nimfa membuat sarang di dalam batang tebu di bekas gerakan ulat/boktor atau di dalam tanah di sekitar tanaman tebu. Keberadaan sarang rayap di dalam kebun juga menggagu pengolahan tanah karena tinggi sarang bisa mencapai 1-2m⁵².

⁵²Nurcahyo, Y., Hidayat, N., & Perdana, R. S. (2018). Pemodelan Sistem Pakar untuk Identifikasi Hama Penyakit Tanaman Tebu dengan Metode Dempster-Shafer. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(3), 1187-1193.

7. Hama pada tanaman tebu manghatui para petani, berikut macam hama dan penyakit pada tanaman tebu: a. Penggerek pada pucuk dan batang tanaman tebu b. Kutu bulu putih, hama ini hidup berkelompok di bagian bawah daun c. Kutu perisai batang, hama ini menyerang bagian daun d. Rayap, hama ini memakan bagian dalam yang lunak masuk melalui bidang pangkas e. Cacaing mikro, hama ini melekat di bagian akar f. Tikus, hama ini yang paling merusak tanaman tebu g. Ulat, hama ini menyerang akar pada tanaman tebu.⁵³
8. Penyakit pembusukan pada akar dan pangkal batang tanaman tebu bisa disebut dengan penyakit xylaria yang merupakan penyakit yang relative baru di perkebunan tebu Indonesia. Penyakit pembusukan akar dan pangkal batang pada tanaman tebu memiliki arti ekonomi yang penting pada budi data tanamanan tebu karena dapat mematikan tanaman, menurunkan bobot batang, dan menurunkan rendemen. Selain itu juga dapat mengakibatkan tanaman keprasan atau gagal tumbuh karena tanaman induknya mati.⁵⁴
9. Hama penggerek pada tanaman tebu yang menyebabkan kerugian ekonomi tinggi ialah penggerek pucuk, penggerek batang raksasa. Serangan penggerek batang biasanya dijumpai pada tanaman tebu berumur 5 bulan ke atas.⁵⁵

⁵³Perawati, P., Haryanto, H., & Astuti, S. (2017). Sistem Pakar Berbasis Logika Fuzzy Tsukamoto Untuk Mendiagnosa Hama Dan Penyakit Tanaman Tebu. *E-JURNAL JUSITI: Jurnal Sistem Informasi dan Teknologi Informasi*, 6(2), 94-103.

⁵⁴Maryono, T., Widiastuti, A., & Priyatmojo, A. (2017). Penyakit busuk akar dan pangkal batang tebu di Sumatera Selatan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 13(2), 67-67.

⁵⁵Subiyakto Subiyakto, "Hama Penggerek Tebu Dan Perkembangan Teknik Pengendaliannya," *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 35, no. 4 (2017): 179. 26 Fahi

C. Kerangka Berpikir

Berdasarkan landasan teori yang telah dikemukakan, maka kerangka pemikiran dapat digambarkan sebagai berikut :

