

SKRIPSI

**PERUBAHAN SIFAT KIMIA, POPULASI MIKROBA PENAMBATAN DAN RESPON
TANAMAN JAGUNG TERHADAP LAMA INKUBASI BAHAN ORGANIK PADA
TANAH KAWASAN SMELTER NIKEL, KABUPATEN BANTAENG**

DIRMAN

G111 15 534



**DEPARTEMEN ILMU TANAH
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2022

**PERUBAHAN SIFAT KIMIA, POPULASI MIKROBA PENAMBAT N DAN RESPON
TANAMAN JAGUNG TERHADAP LAMA INKUBASI BAHAN ORGANIK PADA
TANAH KAWASAN SMELTER, KABUPATEN BANTAENG**

**DIRMAN
G111 15 534**



Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana pertanian

Pada

Departemen Ilmu Tanah

Fakultas Pertanian

Universitas Hasanuddin

Makassar

DEPARTEMEN ILMU TANAH

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi : Perubahan Sifat Kimia, Populasi Mikroba Penambat N dan Respon
Tanaman Jagung Terhadap Lama Inkubasi Bahan Organik Pada Tanah
Kawasan Smelter Nikel, Kabupaten Bantaeng.

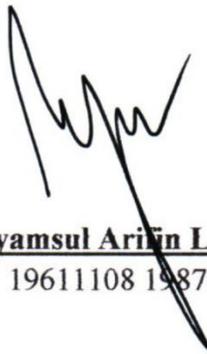
Nama : Dirman

NIM : G111 15 534

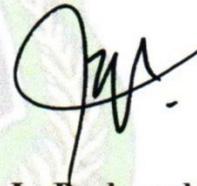
Disetujui oleh:

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping.



Ir. Syamsul Arifin Lias, M.Si
NIP. 19611108 198702 1 002



Dr. Ir. Burhanuddin Rasyid, M.Sc
NIP. 19640721 199002 1 001

Diketahui oleh:




Dr. Rismaneswati, SP., M.P
NIP. 19760302 200212 2 002

Tanggal Lulus: 26 Januari 2022

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dirman
NIM : G111 15 534
Program Studi : Agroteknologi
Jenjang : S1

menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya yang berjudul:

Perubahan Sifat Kimia, Populasi Mikroba Penambat N dan Respon Tanaman Jagung Terhadap Lama Inkubasi Bahan Organik Pada Tanah Kawasan Smelter Nikel, Kabupaten Bantaeng.

adalah karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil-alihan tulisan orang lain. Semua literatur yang saya kutip sudah tercantum dalam daftar pustaka dan semua bantuan yang saya terima telah saya ungkapkan dalam persantunan. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain atau terdapat kutipan dan bantuan yang tidak saya sebutkan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 14 Maret 2022

Yang menyatakan



Dirman

ABSTRAK

DIRMAN, Perubahan Sifat Kimia, Populasi Mikroba Penambat N dan Respon Tanaman Jagung Terhadap Lama Inkubasi Bahan Organik Pada Tanah Kawasan Smelter Nikel, Kabupaten Bantaeng. Pembimbing: SYAMSUL ARIFIN LIAS dan BURHANUDDIN RASYID.

Pemberian bahan organik di dalam tanah merupakan salah satu upaya untuk menjaga kesuburan tanah. Kawasan smelter nikel yang ada di Kabupaten Bantaeng memiliki sebuah restoran yang menghasilkan limbah organik dimana limbah tersebut sangat bermanfaat sebagai sumber bahan organik tanah. Bahan organik dalam tanah, tidak dapat memberikan manfaat secara langsung. Salah satu faktor yang menunjang optimalisasi bahan organik adalah waktu inkubasi di dalam tanah. Berdasarkan hal diatas, maka dilakukan penelitian terkait pengaruh lama inkubasi bahan organik terhadap sifat kimia, populasi mikroba penambat Nitrogen dan respon tanaman jagung, pada tanah kawasan smelter nikel kabupaten Bantaeng. Penelitian ini dilakukan di *experimental farm* Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan pola faktorial (F2F). Percobaan ini terdiri dari faktor waktu inkubasi sisa makanan (H) dengan tiga taraf yaitu H0 (tanpa bahan organik), H1 (15 hari inkubasi) dan H2 (30 hari inkubasi), dan faktor urea (N) dengan empat taraf, N0 (tanpa urea), N1 (1,0 gram), N2 (1,5 gram) dan N3 (kombinasi perlakuan total 2,0 gram 12, jumlah satuan percobaan 36 satuan percobaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan organik berpengaruh nyata terhadap peningkatan pH, kadar N-total, C-organik, P-tersedia, K-tersedia, tinggi tanaman, kadar N, P, dan K jaringan serta meningkatkan populasi mikroba penambat N. bahan organik limbah restoran yang diperkaya urea dapat memperbaiki sifat kimia tanah, meningkatkan populasi bakteri serta nitrogen, meningkatkan tinggi tanaman dan jaringan tanaman.

Kata Kunci: *Bahan organik, sifat kimia tanah, mikroba penambat N, tanaman jagung*

ABSTRACT

DIRMAN, Changes in Chemical Properties, Population of N-Anchor Microbes and Response of Corn Plants to the Incubation Period of Organic Matter in Soil in Nickel Smelting Area, Bantaeng Regency. Supervisor: SYAMSUL ARIFIN LIAS and BURHANUDDIN RASYID

Provision of organic matter in the soil is one of the efforts to maintain soil fertility. The nickel smelter area in Bantaeng Regency has a restaurant that produces organic waste where the waste is very useful as a source of soil organic matter. Organic matter in the soil, cannot provide direct benefits. One of the factors that support the optimization of organic matter is the incubation time in the soil. Based on the above, a study was carried out regarding the effect of incubation time of organic matter on chemical properties, Nitrogen-fixing microbial population and the response of corn plants in the nickel smelter area of Bantaeng district. This research was conducted at an experimental farm, Faculty of Agriculture, Hasanuddin University. This study used a randomized block design with a factorial pattern (F2F). This experiment consisted of incubation time factor of food waste (H) with three levels, namely H0 (without organic matter), H1 (15 incubation days) and H2 (30 incubation days), and urea factor (N) with four levels, N0 (without urea), N1 (1.0 grams), N2 (1.5 grams) and N3 (a total treatment combination of 2.0 grams), the number of experimental units 36 experimental units. The results showed that the addition of organic matter significantly increased pH, levels of N-total, C-organic, P-available, K-available, plant height, levels of N, P, and K tissue as well as increasing the population of N-fixing microbes. Organic matter of restaurant waste enriched with urea can improve soil chemical properties, increase population bacteria and nitrogen, increasing plant height and plant tissue.

Keywords: *Organic matter, soil chemical properties, N-fixing microbes, corn plants*

PERSANTUNAN

Alhamdulillahirabbil 'alamin, puji syukur penulis ucapkan atas ke hadirat Allah SWT yang senantiasa memberikan nikmat dan rezeki-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shalawat dan salam selalu tercurahkan kepada sang pembimbing umat manusia, Sayidina Nabi Muhammad SAW., yang telah menjadi suri teladan baik sabda dan perbuatannya sehingga menjadi motivasi bagi para umatnya terkhusus bagi penulis sendiri dan juga shalawat kepada para keluarga dan sahabat nabi yang senantiasa memberikan dukungan kepada nabi dalam membimbing umat manusia. Skripsi yang berjudul **“Perubahan Sifat Kimia, Populasi Mikroba Penambat N dan Respon Tanaman Jagung Terhadap Lama Inkubasi Bahan Organik Pada Tanah Kawasan Smelter Nikel, Kabupaten Bantaeng”** ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan studi dan mendapatkan gelar sarjana di Departemen Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya dan tidak henti-hentinya penulis berikan terkhusus kepada kedua orang tua penulis yang tidak henti-hentinya selalu memberikan dukungan materi dan motivasi moral kepada penulis dan tak jarang pula memberikan nasehat dan arahan hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan masa studi di Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin, juga saudara dan keluarga besar terkhususnya kepada bapak Nanto, bapak Sugiman dan bapak Kusmali selaku paman penulis yang tidak henti-hentinya memberika petuah bijak kepada penulis. Pada kesempatan ini penulis juga mengucapkan terima kasih kepada bapak Ir. Syamsul Arifin Lias. M.Si selaku pembimbing satu dan Bapak Dr. Burhanuddin Rasyid M.Si selaku pembimbing dua yang disela-sela waktunya dapat menyempatkan diri untuk memberikan arahan, masukan dan dorongan dalam pengerjaan draf skripsi ini, juga kepada seluruh dosen Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin yang atas kerelaannya membagikan wawasan, motivasi dan kebijaksanaannya kepada penulis sehingga menjadi modal bagi penulis untuk berperan dalam ruang lingkup masyarakat yang lebih luas. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada staf karyawan/karyawati Departemen Ilmu Tanah yang telah memberikan pelayanan terbaik selama penulis menjalankan studi, juga kepada pihak PT. Huadi Nickel Alloy Indoensia atas dedikasi dan pelayanan yang diberikan selama penulis menjalankan penelitian ini.

Tak lupa juga penulis ucapkan terima kasih kepada teman-teman yang telah membantu penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga terselesaikannya, kepada Fajrul Fikri Zaman S.P, Muhammad Ikram S.P, Nurul Amri S.P, Fathuddin S.P, Muh. Nur Sanjaya Haidar, Awaluddin, Ilham al-Qadri, Nur Qadri, Raja Lantera, Jamaluddin, Muhammad Nur

Alim, Ibrahim, Muh. Arif, Ilham Yosdar, Siti Hasry Ainun S.P, Yuni Arianti S.P, A. Sri Mulyani Parahyanti Makmur, Syamsyidar, Fiqiatul Faidah, Hesti Wulansari, Bhernika Bunga Beby Narthim, Zul Magfira, Yusni Reski, Sakina Tul Khaer dan Gusni Epinorita yang telah memberikan waktunya selama proses pengerjaan penelitian dari tahap pengambilan sampel hingga tahap analisis laboratorium, terkhusus kepada saudara Muhamamd Nur Alim, Fajrul Fikri Zaman S.P, dan Siti Hasry Ainun S.P yang selalu menjadi teman diskusi dalam penyelsaian draf skripsi penulis. Juga kepada teman-teman Agroteknologi, terkhusus kepada teman-teman agroteknologi 15 dan lebih khusus lagi kepada kawan-kawan seperjuangan *Soilmate15* yang telah banyak memberikan pengalaman serta pelajarn hidup kepada penulis selama menempuh studi di Fakultas Pertanian Uniersitas Hasanuddin. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kawan-kawan FMA Faperta Unhas, HIMTI Faperta Unhas, BEM KEMA Faperta Unhas, HmI Komisariat Pertanian Unhas, FOKUSHIMITI dan juga kawan-kawan alumni KKN Sebatik Utara yang telah memberikan berbagai pelajaran serta menjadi wadah bagi penulis untuk meningkatkan kapasitas penulis selama menjadi mahasiswa. Penulis memohon maaf kepada pihak yang tidak sempat penulis sebutkan namanya.

Akhir kata, tidak ada kesempurnaan selain hanya miliki Allah SWT, maka dari itu penulis senantiasa mengahrapakan masukan dan saran yang membangun dari para pembaca demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, Amin.

Penulis

Dirman

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT.....	v
PERSANTUNAN	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan Penulisan	2
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Sifat Kimia Tanah	3
2.2 Bahan Organik.....	4
2.3 Limbah Makanan.....	5
2.4 Bakteri Penambat Nitrogen (N) Tanah.....	5
2.5 Urea	6
2.6 Jagung.....	6
2.7 Rancangan Acak Kelompok Faktorial 2 Faktor	7
3. METODOLOGI.....	9
3.1 Tempat dan Waktu	9
3.2 Alat dan Bahan	9
3.3 Metode Penelitian.....	9
3.4 Parameter Pengamatan	11
3.4.1 Parameter Pengamatan Tanah	11
3.4.2 Parameter Pengamatan Tanaman	12
3.5 Metode Analisis Laboratorium.....	12
3.6 Tahapan Penelitian	15
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	17
4.1. Anlisis Kimia Tanah Sebelum Perlakuan.....	17
4.2. Anlisis Kimia Tanah Setelah Perlakuan	17

4.3. Analisis Populasi Bakteri Penambat Nitrogen	23
4.4. Rata-Rata Tinggi Tanaman	24
4.5. Rata-Rata Jumlah Daun.....	25
4.6. Analisis Kadar Jaringan Tanaman.....	25
4.7. KESIMPULAN	28
DAFTAR PUSTAKA.....	29
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Tabel 3-1. Alat yang digunakan dalam penelitian.....	9
Tabel 3-2. Bahan yang digunakan dalam penelitian	9
Tabel 4-1. Analisis tanah sebelum perlakuan.....	17
Tabel 4-2. Analisis pH tanah setelah perlakuan	18
Tabel 4-3. Analisis C-organik tanah setelah perlakuan.....	19
Tabel 4-4. Analisis KTK tanah setelah perlakuan.....	19
Tabel 4-5. Analisis N-total tanah setelah perlakuan	20
Tabel 4-6. Analisis P-tersedia tanah setelah perlakuan.....	21
Tabel 4-7. Analisis K-tersedia tanah setelah perlakuan	22
Tabel 4-8. Analisis populasi bakteri penambat nitrogen.....	23
Tabel 4-9. Rata-rata tinggi tanaman.....	24
Tabel 4-10. Analisis Jaringan N Batang.....	25
Tabel 4-11. Analisis Jaringan P Batang	26
Tabel 4-12. Analisis Jaringan K Batang.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Denah Penanaman	10
Gambar 2. Bagan Alur Penelitian.....	16
Gambar 3. Rata-rata jumlah daun.....	25
Gambar 4. Proses inkubasi limbah makanan.....	53
Gambar 5. Pembuatan Media Burk	53
Gambar 6. Isolasi Mikroba Penambat N	54

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

kesuburan tanah merupakan kemampuan tanah dalam menghasilkan produk tanaman yang diinginkan pada lingkungan tempat tanah itu berada. Kesuburan tanah sangat bervariasi tergantung dari bahan induk, iklim, relief, organisme, dan waktu (Sutarman & Miftakhurromhat, 2019). Menurut Utomo *et al.* (2016) Kesuburan tanah secara umum diartikan sebagai kemampuan dalam menyediakan air udara dan unsur hara secara seimbang untuk pertumbuhan tanaman. Salah satu faktor yang menentukan tingkat kesuburan tanah adalah keberadaan hara yang ada di dalam tanah. Unsur hara adalah unsur esensial yang dibutuhkan tanaman dalam proses fisiologi dan pertumbuhan secara umum dapat dikatakan bahwa semakin tinggi kadar hara (dalam batas tertentu) maka semakin tinggi kesuburan tanahnya (Utomo *et al.*, 2016).

Keberadaan hara di dalam tanah bersifat dinamis dan dapat berkurang yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu pencucian, erosi dan penyerapan oleh tanaman. Selain itu, kondisi pH dan kapasitas tukar kation (KTK) dalam tanah akan mempengaruhi ketersediaan hara yang dapat diserap oleh tanaman. Maka dari itu, perlu untuk menjaga status hara yang ada di dalam tanah. Salah satu cara untuk menjaga status hara yang ada di dalam tanah adalah dengan penambahan bahan organik. Menurut Utomo *et al.* (2016) bahan organik merupakan suatu komponen penting penyusun tanah yang mempengaruhi sifat fisika, kimia dan biologi dalam tanah. Bahan organik berperan sebagai sumber dan pemasok unsur hara, meningkatkan KTK tanah, meningkatkan agregasi dan kelembaban tanah, bahan khelat, pemasok karbon untuk aktivitas mikroorganisme tanah, dan jika berada pada permukaan tanah dapat mengurangi erosi tanah, kehilangan air dan menurunkan suhu tanah (Gardiner & Millar, 2008).

Sumber bahan organik dapat berasal dari limbah organik baik limbah dari pertanian, maupun limbah yang berasal dari rumah makan. Salah satu restoran penghasil limbah yaitu restoran yang berada di kawasan smelter nikel Kabupaten Bantaeng. Limbah yang dihasilkan dari restoran tersebut jumlahnya sangat banyak dan dikhawatirkan akan mencemari tanah yang ada di kawasan tersebut jika tidak dilakukan pengolahan lebih lanjut. Limbah makanan yang dibuang begitu saja ke tempat pembuangan sampah (TPS) atau tempat pembuangan akhir (TPA), tanpa adanya perlakuan yang tepat dapat menjadi sumber metana yang menyebabkan pemanasan global. Menurut *Intergovernmental Panel on Climate Change*

(IPCC) (2007), sampah makanan yang ditimbun di tempat pembuangan akan dikonversi menjadi metana yang merupakan gas rumah kaca dan berpotensi pada pemanasan global 21 kali lebih besar dari CO₂. Selain itu, menurut Levis dan Barlaz (2011) bahwa sampah makanan cenderung terdegradasi lebih cepat dan metana yang dihasilkan lebih tinggi dibandingkan bahan organik lainnya yang ditimbun di tempat pembuangan sampah (Wulansari *et al.*, 2019).

Untuk mengatasi persoalan tersebut, alternatif yang dilakukan yaitu dengan mengolah limbah tersebut sebagai sumber bahan organik tanah. Secara umum komposisi sisa makanan terutama terdiri dari karbohidrat, protein, lipid dan juga sejumlah kecil senyawa anorganik. Bahan organikisinya bervariasi sesuai dengan jenis sisa makanan dan penyusunnya. Limbah umum yang dibuang dari dapur akan mengandung sekitar 60-80% kelembaban, 3-5% abu, 40-60% karbohidrat, 18-30% volatil, 10-30% protein, 4-15% lemak dan 6-45% karbon. Makanan berbasis protein seperti daging dan ikan, mengandung rata-rata protein tiga kali lebih tinggi dengan kelembaban berkisar 4-7%. Sedangkan makanan gandum memiliki bahan volatil yang lebih tinggi dan karbohidrat dalam kisaran 88-92% (Paritosh *et al.*, 2017).

Keberadaan bahan organik dalam tanah, tidak dapat memberikan manfaat secara langsung. Salah satu faktor yang menunjang optimalisasi bahan organik adalah waktu inkubasi di dalam tanah. Waktu inkubasi bahan organik dalam tanah mempengaruhi kondisi C/N rasio akibat proses dekomposisi oleh mikroorganisme. Seiring bertambahnya waktu inkubasi bahan organik di dalam tanah mengalami proses dekomposisi (Sukaryorini *et al.*, 2016).

Berdasarkan hal diatas, maka dilakukan penelitian terkait pengaruh lama inkubasi bahan organik terhadap sifat kimia, populasi mikroba penambat Nitrogen dan respon tanaman jagung, pada tanah kawasan smelter nikel kabupaten Bantaeng.

1.2 Tujuan Penulisan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh lama inkubasi bahan organik terhadap sifat kimia, populasi mikroba penambat Nitrogen dan respon tanaman jagung, pada tanah kawasan smelter nikel kabupaten Bantaeng.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sifat Kimia Tanah

Sifat Kimia tanah menggambarkan karakteristik bahan kimia tanah dalam lingkungannya yang sangat penting untuk memprediksi fungsi tanah dari sudut pandang kelarutan dan ketersediaan unsur dalam tanah (Puspawati dan Haryono, 2018). Sifat kimia tanah berkaitan dengan koloid tanah, Kapasitas tukar kation pada tanah, kemasaman tanah dan keberadaan hara dalam tanah.

Setiap jenis tanah mempunyai susunan kimia yang berbeda. Perbedaan ini sangat penting untuk dikarenakan kaitannya dengan kondisi keseimbangan kimia tanah yang menentukan unsur mana yang akan mengontrol kelarutan unsur lainnya. Rasio atau nisbah molekuler dari setiap dua unsur tertentu yang terdapat dalam tanah dapat digunakan untuk menentukan kombinasi stoikiometri dari kedua unsur-unsur tersebut di dalam berbagai mineral dalam tanah (Anwar & Sudadi, 2013).

Fraksi tanah yang paling penting dalam menentukan sifat kimia tanah adalah koloid tanah, yaitu bahan mineral (liat) maupun organik (humus) yang berukuran sangat halus. Ukuran koloid ini kurang dari 2 mikron. Dengan demikian, tidak semua mineral liat termasuk dalam koloid ini karena mineral liat adalah fraksi tanah yang berukuran kurang dari dua mikron. Halusnya ukuran koloid tanah ini mengakibatkan koloid memiliki luas permukaan per satuan berat yang sangat besar. Kondisi ini mengakibatkan koloid memiliki sifat adhesi yang sangat tinggi terhadap partikel tanah lain (Gusmara *et al.*, 2016).

Kapasitas tukar kation (KTK) merupakan jumlah maksimum kation yang dapat dipertukarkan oleh koloid. Jumlah ini dinyatakan dalam jumlah miliequivalen kation yang dipertukarkan setiap 100 gram koloid atau bahan. Pertukaran kation ditetapkan dalam keadaan seimbang, artinya jumlah miliequivalen kation yang ditukar (atau keluar dari kompleks jerapan) sama dengan jumlah miliequivalen kation penukar atau yang masuk ke dalam kompleks jerapan) faktor yang mempengaruhi KTK tanah yaitu pH tanah, tekstur, jenis dan kadar mineral klei silikat kadar humus (Utomo, *et al.*, 2016).

Kemasaman tanah menggambarkan konsentrasi atau aktivitas ion H di dalam larutan tanah. Salah satu cara menggambarkan konsentrasi ion H di dalam larutan tanah adalah pH, yaitu logaritma konsentrasi atau aktivitas ion H. Tanah yang memiliki kemasaman tinggi akan memiliki pH rendah dan disebut tanah masam sedangkan tanah yang memiliki kemasaman rendah akan memiliki pH tinggi dan disebut tanah alkalin. secara internal kemasaman tanah

terbentuk di dalam horizon tanah di mana suplai basa-basa yang merupakan hasil pelapukan mineral primer lebih rendah akibat kehilangannya akibat pencucian. Selain itu dipengaruhi pula oleh jumlah kation dan kekuatan asam yang dihasilkan selama pembentukan mineral sekunder dan oleh dekomposisi bahan organik yang di tambahkan ke dalam tanah (Utomo *et al.*, 2016).

2.2 Bahan Organik

Bahan organik merupakan bahan yang berasal dari jaringan tanaman dan hewan baik yang masih hidup maupun yang telah mati. Komponen hidup bahan organik terdiri dari akar tanaman, binatang di dalam tanah dan mikroorganisme biomassa. Sedangkan komponen mati dari bahan organik meliputi materi yang tidak berubah sehingga material aslinya masih terlihat dan material yang telah mengalami transformasi (humus) (Saidy, 2018).

Bahan organik memiliki manfaat diantaranya memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah serta menjadi sumber hara makro dan mikro bagi tanaman. Penambahan bahan organik juga dapat memperkaya keanekaragaman dan populasi biologi tanah (Utomo *et al.*, 2018). Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan bahan organik ke dalam tanah dapat meningkatkan produktivitas tanah dan tanaman (Dibia & Atmaja, 2017). Secara ringkas bahan organik berperan dalam kesuburan tanah yaitu: 1) sumber pemasok unsur hara, 2) meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK), 3) meningkatkan agregasi dan kelembaban tanah, 4) bahan khelat, 5) pemasok karbon dan kativitas mikroba tanah dan 5) jika berada di permukaan tanah dapat mengurangi erosi, kehilangan air dan menurunkan suhu tanah (Utomo *et al.*, 2018).

Inkubasi ditujukan agar reaksi bahan organik dan tanah dapat berjalan dengan baik, oleh karena itu perlakuan inkubasi sangat perlu diperhatikan agar nantinya unsur hara dapat tersedia bagi tanaman (Siregar & Fauzi, 2017). Menurut Jama *et al.* (2000), inkubasi dilakukan untuk memberikan kesempatan mikroorganisme untuk dapat berkembang dan bermetabolisme untuk menguraikan kandungan bahan organik menjadi senyawa-senyawa anorganik yang nantinya akan diserap oleh tanaman.

Proses inkubasi atau tercampurnya bahano organik dengan tanah untuk dapat mengubah pH dan struktur tanah memerlukan waktu tertentu tergantung pada jenis tanah dan keadaan lingkungan, sehingga lahan yang diberi bahan organik perlu untuk didiamkan sebelum digunakan (Aisyah *et al.*, 2018). Menurut pasaribu *et al.* (2018), Bahan organik yang diberikan pada tanah memerlukan waktu dalam proses perombakan oleh mikroorganisme. Masa inkubasi sangat menentukan kematangan dari suatu bahan organik.

Sumber bahan organik, selain yang berasal dari lingkungan sekitar tanah, baik yang berasal dari dalam maupun dari luar tanah, juga dapat berasal dari luar lingkungan yang berada di sekitaran tanah, salah satunya berasal dari limbah makanan.

2.3 Limbah Makanan

Menurut FAO (*Food and Agriculture Organization*) dalam Brigita & Rahardyan (2013), limbah makanan merupakan limbah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan maupun setelah kegiatan makan yang berhubungan dengan aktivitas penjual dan konsumen. Sedangkan menurut Bond *et al.* (2013) dalam Wulansari *et al.* (2019) mengartikan sebagai makanan yang dapat dikonsumsi oleh manusia tetapi tidak dikonsumsi karena rusak, hilang atau dibuang, termasuk bagian yang tidak di konsumsi.

Secara umum bahan organik sisa makanan terutama terdiri dari karbohidrat, protein, lipid dan juga sejumlah kecil senyawa anorganik. Bahan komposisinya bervariasi sesuai dengan jenis sisa makanan dan penyusunnya. Limbah umum yang dibuang dari dapur akan mengandung sekitar 60-80% kelembaban, 3-5% abu, 40-60% karbohidrat, 18-30% volatil, 10-30% protein, 4-15% lemak dan 6-45% karbon. Makanan berbasis protein seperti daging dan ikan, mengandung rata-rata protein tiga kali lebih tinggi dengan kelembaban berkisar 4-7%. Sedangkan makanan gandum memiliki bahan volatil yang lebih tinggi dan karbohidrat dalam kisaran 88-92% (Paritosh *et al.*, 2017).

Faktor yang menentukan dalam mengolah limbah makanan adalah karakteristik fisiko-kimia substrat, termasuk ukuran partikel dan bahan organikisinya. Debu organikisi dari komponen limbah makanan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan. Karbohidrat, selulosa dan protein memiliki pH dan waktu retensi sendiri untuk debu organikisi (Okareh *et al.*, 2014).

2.4 Bakteri Penambat Nitrogen (N) Tanah

Bakteri penambat nitrogen terdiri atas dua yaitu yang hidup bebas (non-simbiosis) seperti Azetobakter dan Amilobakter, dan yang bersimbiosis dengan tanaman legume seperti Rhizobium. Pemanfaatan bakteri penambat nitrogen mampu untuk meningkatkan efisiensi pemupukan N. dalam upaya mencapai tujuan pertanian ramah lingkungan dan berkelanjutan, penggunaan bakteri penambat nitrogen berpotensi mengurangi kebutuhan pupuk N sintesis (Antralina, 2015).

Menurut Danaprinata (2010), proses penambatan nitrogen membutuhkan beberapa syarat, yaitu: 1) adanya enzim nitrogenase; 2) ketersediaan sumber energi dalam bentuk ATP

(*adenosine triphosphate*); 3) adanya sumber penurun potensial dari elektron; 4) adanya sistem perlindungan enzim nitrogenase dari inaktivasi oleh oksigen; dan 5) pemindahan yang cepat nitrogen hasil tambahan dari tempat penambatan nitrogen untuk mencegah terhambatnya enzim nitrogenase.

Enzim nitrogenase berperan penting dalam penambatan nitrogen yang terdapat dalam sel bakteri penambat nitrogen. Nitrogenase disusun oleh dua komponen yang saling menunjang yaitu protein Fe (komponen I) dan protein Mo-Fe (komponen II). Protein Fe berukuran lebih kecil dari komponen II dan mempunyai dua sub-unit serupa berukuran masing-masing 30 sampai dengan 72 kDa, tergantung pada organisme. Setiap subunit berisi satu kluster besi-belerang yang ikut bereaksi pada reaksi redox terlibat dalam konversi N₂ menjadi NH₃. Protein Mo-Fe mempunyai empat sub-unit, dengan masa total satu molekul sekitar 180 sampai dengan 235 kDa, tergantung pada spesies organisme. Setiap subunit mempunyai dua kluster Mo-Fe-S (Taiz dan Zeiger, 2003).

2.5 Urea

Urea adalah pupuk tunggal yang mengandung kadar hara nitrogen (N) sangat tinggi yaitu sekitar 45-46%. Urea juga memiliki sifat yang mudah larut sehingga menjadikannya cepat tersedia bagi tanaman (Ramadhani *et al.*, 2016). Pupuk urea termasuk pupuk yang bersifat higroskopis (menarik uap air) pada kelembaban 73% sehingga urea mudah larut dalam air. Di dalam tanah, pupuk ini mudah berubah menjadi senyawa amoniak (NH₃) dan Karbondioksida (CO₂) yang mudah menguap. Selain itu, urea juga mudah tercuci oleh air dan hilang karena erosi (Setiawan *et al.*, 2019).

Selain berguna bagi pertumbuhan dan perkembangan vegetatif tanaman, urea juga bermanfaat sebagai bahan penambah dalam pembuatan pupuk bahan organik untuk membantu pertumbuhan dan perkembangbiakkan mikroorganisme sehingga dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Selain itu, juga dapat meningkatkan kandungan nitrogen dan menurunkan rasio C/N hingga mendekati rasio C/N tanah yaitu 10 –12 (Kurniawan *et al.*, 2013 dalam (Walidaini *et al.*, 2016).

2.6 Jagung

Tanaman jagung termasuk dalam golongan tanaman semusim yang memiliki siklus hidup 80-150 hari yang terbagi dalam siklus vegetatif dan generatif. Morfologi dari tanaman jagung yaitu tinggi batang 150 sampai 250 cm, jumlah daun 8 sampai 15 helai dan berwarna hijau tanpa tangkai daun, memiliki sistem perakaran serabut dan tergolong tanaman berumah satu

karena memiliki bunga jantan dan betina sekaligus pada satu tanaman. Syarat tumbuh dari tanaman jagung yaitu pada ketinggian tempat 0 sampai 1300 mdpl, suhu sekitar 23-27 derajat celcius, curah hujan berkisar 200 sampai 300 perbulan dan 800 sampai 1200 mm per tahun. tanaman jagung dapat tumbuh pada kemasaman tanah (pH) 5,6 sampai 6,2 (Riwandi *et al.*, 2014 dalam safina, 2018)

Jagung merupakan tanaman yang bersifat responsif terhadap defisiensi maupun kelebihan unsur hara (Aisyah *et al.*, 2015 dan Nariratih *et al.*, 2013) dan respon terhadap pemberian pupuk (Kresnatita *et al.*, 2013). Kekurangan unsur hara di tanaman jagung dapat diketahui melalui pengamatan visual pada warna daun selama pertumbuhan. Penambahan zat hara pada tanah melalui pemupukan akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman jagung (Titah dan Joko, 2016 dalam Sofyan *et al.*, 2019).

2.7 Rancangan Acak Kelompok Faktorial 2 Faktor

Rancangan percobaan adalah suatu rancangan yang dibuat untuk mendapatkan informasi yang diperlukan yang berhubungan dengan persoalan yang sedang diselidiki, yang merupakan langkah-langkah lengkap sebelum percobaan dilakukan sehingga akan membawa penelitian kepada analisis dan kesimpulan yang objektif. Adapun tujuan dari rancangan percobaan yaitu untuk memperoleh jawaban atas suatu persoalan atau masalah dengan teliti dan tepat, dalam jangka waktu terbatas, dan dengan anggaran, bahan dan tempat yang terbatas (Susilawati, 2015).

Rancangan acak kelompok (RAK) pada prinsipnya adalah suatu rancangan acak yang dilakukan dengan mengelompokkan satuan percobaan ke dalam grup-grup yang homogen yang dinamakan kelompok (blok) dan kemudian menentukan perlakuan secara acak di dalam masing-masing blok tersebut. Jadi replikat atau ulangan disini disebut juga blok. Keberhasilan pengelompokan dalam RAK memerlukan pemahaman tambahan tentang keragaman satuan percobaan. Kita harus bisa mengidentifikasi arah keragaman tersebut, sehingga Variabel Pengganggu (*Nuisance factor/disturbing factor*) bisa diminimalisir. Nuisance factor adalah setiap faktor/variabel diluar perlakuan yang akan berpengaruh terhadap respons (Riyanto, 2016).

Percobaan faktorial adalah suatu percobaan yang perlakuannya terdiri atas semua kemungkinan kombinasi taraf dari beberapa faktor. Dengan kata lain Percobaan faktorial dicirikan oleh perlakuan yang merupakan komposisi dari semua kemungkinan kombinasi dari taraf-taraf dua faktor atau lebih. Tujuan dari percobaan faktorial adalah untuk melihat interaksi antara faktor yang dicobakan. Adakalanya kedua faktor saling sinergi terhadap

respon, namun adakalanya keberadaan salah satu faktor justru menghambat kinerja dari faktor lain. Adanya kedua mekanisme tersebut cenderung meningkatkan pengaruh interaksi antara kedua faktor (Susilawati, 2015). Pada percobaan RAK faktorial (RAK-F), keragaman perlakuan (kombinasi) disebabkan oleh keragaman karena faktor-faktor dan interaksi antar faktor. Dengan demikian, pada percobaan faktorial dengan faktor A dan B, total keragaman disebabkan oleh keragaman faktor A, B dan interaksi A dengan B, serta kelompok dan galat (Malau, 2005).

Analisis sidik ragam atau Analisis varians (analysis of variance, ANOVA) merupakan metode analisis statistika yang termasuk ke dalam cabang statistika inferensi. Dalam praktik, analisis sidik ragam dapat merupakan uji hipotesis (lebih sering dipakai) maupun pendugaan (estimation, khususnya di bidang genetika terapan). Analisis sidik ragam merupakan salah satu teknik analisis multivariate yang berfungsi untuk membedakan rerata lebih dari dua kelompok data dengan cara membandingkan variansinya. Analisis varian termasuk dalam kategori statistik parametrik. Sebagai alat statistika parametrik, maka untuk dapat menggunakan rumus analisis sidik ragam harus terlebih dahulu perlu dilakukan uji asumsi meliputi normalitas, heterokedastisitas dan random sampling (Ghozali, 2009).

Uji beda nyata jujur (BNJ) atau Honest Significance Difference (HSD) digunakan dalam membandingkan seluruh pasangan dari rata-rata perlakuan setelah uji Analisis Ragam dilakukan. Prinsip uji ini adalah membandingkan selisih masing-masing rata-rata dengan sebuah nilai kritis (w). Jika harga mutlak selisih rata-rata yang dibandingkan lebih dari atau sama dengan nilai kritisnya, maka dapat dikatakan bahwa kedua rata-rata tersebut berbeda nyata (signifikan) (Susilawati, 2015).