

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kompos

Kompos merupakan pupuk yang berasal dari sisa-sisa bahan organik yang dapat memperbaiki sifat fisik dan struktur tanah, meningkatkan daya menahan air, kimia tanah dan biologi tanah. Sumber bahan pupuk kompos antara lain berasal dari limbah organik seperti sisa-sisa tanaman (jerami, batang, dahan), sampah rumah tangga, kotoran ternak (sapi, kambing, ayam, itik), arang sekam, abu dapur dan lain-lain (Rukmana, 2007).

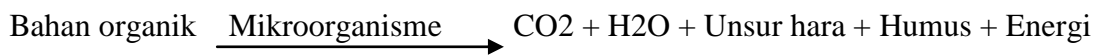
Pupuk organik dalam bentuk yang telah dikomposkan ataupun segar berperan penting dalam perbaikan sifat kimia, fisika dan biologi tanah serta sumber nutrisi tanaman. Penggunaan kompos/pupuk organik pada tanah memberikan manfaat diantaranya menambah kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah menjadi lebih remah dan gembur, memperbaiki sifat kimiawi tanah, sehingga unsur hara yang tersedia dalam tanah lebih mudah diserap oleh tanaman, memperbaiki tata air dan udara dalam tanah, sehingga akan dapat menjaga suhu dalam tanah menjadi lebih stabil, mempertinggi daya ikat tanah terhadap zat hara, sehingga mudah larut oleh air dan memperbaiki kehidupan jasad renik yang hidup dalam tanah. Untuk memperoleh kualitas kompos yang baik perlu diperhatikan pada proses pengomposan dan kematangan kompos, dengan kompos yang matang maka frekuensi kompos akan meracuni tanaman akan rendah dan unsur hara pada kompos akan lebih tinggi dibanding dengan kompos yang belum matang. (Rukmana, 2007).

Pengomposan merupakan proses penguraian bahan organik atau proses dekomposisi bahan organik dimana didalam proses tersebut terdapat berbagai macam mikrobia yang membantu proses perombakan bahan organik tersebut sehingga bahan organik tersebut mengalami perubahan baik struktur dan teksturnya. Bahan organik merupakan bahan yang berasal dari makhluk hidup baik itu berasal dari tumbuhan maupun dari hewan. Adapun prinsip dari proses pengomposan adalah menurunkan C/N bahan organik hingga sama atau hampir sama dengan nisbah C/N tanah (<20), dengan demikian nitrogen dapat dilepas dan dapat dimanfaatkan oleh tanaman (Indriani, 2002). Tujuan proses pengomposan ini yaitu merubah bahan organik yang menjadi limbah menjadi produk yang mudah dan aman untuk ditangan, disimpan, diaplikasikan ke lahan pertanian dengan aman tanpa menimbulkan efek negatif baik pada tanah maupun pada lingkungan pada lingkungan. Proses pengomposan dapat terjadi secara aerobik (menggunakan oksigen) atau anaerobik (tidak ada oksigen) (Harada, 1995). Pada dasarnya proses pengomposan secara aerobik lebih cepat dibandingkan dengan pengomposan secara anaerobik. Pada proses pengomposan dengan adanya oksigen akan menghasilkan CO_2 , NH_3 , H_2O dan panas, sedangkan pada proses pengomposan tanpa adanya oksigen akan menghasilkan prosuk akhir berupa (CH_4), CO_2 , CH_3 , sejumlah gas dan asam organik.

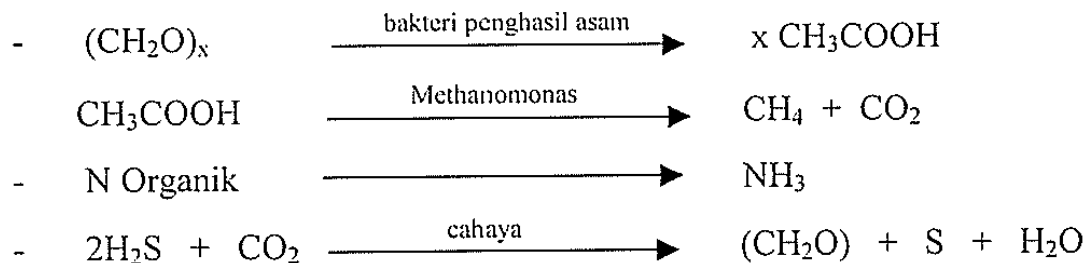
Menurut (Gaur, 1983; Crawford, 1984) proses penguraian bahan organik yang terjadi secara aerobik adalah sebagai berikut:

- Gula, sellulosa, hemiselulosa $(\text{CH}_2\text{O})_x + x\text{O}_2 \rightarrow x\text{CO}_2 + x\text{H}_2\text{O} + \text{Energi}$
- Protein (N org.) $\rightarrow \text{NH}_4^+ + \text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- + \text{Energi}$
- Organik Sulfur + xO $\rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{Energi}$
- Organik phosphorus (Lesithin, phitin) $\rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{Ca}(\text{HPO}_4)_2$

Dalam reaksi keseluruhan :



Reaksi pengomposan secara anaerobik menurut Gaur (1981) sebagai berikut:



Pada proses pengomposan terdapat beberapa faktor penting yang dapat mempengaruhi kecepatan dalam pengomposan. Beberapa faktor tersebut yaitu:

1. Nisbah C/N bahan

Pada proses pengomposan nisbah C/N akan sangat mempengaruhi kecepatan dari pengomposan. Dengan nisbah C/N yang tinggi maka proses pengomposan akan berlangsung lebih lama dan sebaliknya apabila nisbah C/N rendah maka proses pengomposan akan lebih cepat. Adapun nisbah C/N optimum untuk pengomposan yaitu 20-40 (Gaur, 1983).

2. Ukuran bahan

Ukuran bahan ini mempengaruhi pada perkenaan bahan terhadap mikroorganismenya maupun bahan pengomposan yang lain. Bahan organik yang memiliki ukuran bahan lebih besar akan memperlambat proses pengomposan sedangkan bahan organik yang memiliki ukuran kecil, proses pengomposan akan berlangsung lebih cepat (Alienda, 2004). Sehingga sering kita jumpai dalam pembuatan kompos bahan organik yang digunakan terlebih dahulu akan dijadikan dalam ukuran kecil atau dihaluskan.

3. Komposisi bahan

Bahan yang memiliki komposisi yang kadar nitrogennya rendah akan memperlambat proses pengomposan. Selain itu komposisi bahan ini juga dilihat dari segi mikroorganismenya yang terdapat pada bahan tersebut. Dalam pengelompokan bahan, sisa-sisa tanaman dan binatang dapat dikategorikan menjadi bahan dengan sumber utama yaitu karbohidrat, lignin, tannin, glikosida, asam-asam organik, lemak, resin, komponen nitrogen, pigmen-pigmen dan bahan-bahan mineral. Berdasarkan pengelompokan bahan tersebut dapat dikategorikan bahan yang dapat cepat mengalami dekomposisi dan bahan yang lambat mengalami dekomposisi. Bagian bahan yang dapat mengalami dekomposisi dengan cepat diantaranya pati, hemiselulosa, selulosa, protein dan bahan yang mudah larut dalam air, sedangkan bahan yang sukar atau lambat mengalami dekomposisi diantaranya lignin, lilin atau lemak dan tannin (Andi, 1985).

4. Kelembaban dan aerasi

Pada umumnya mikroorganisme dapat bekerja secara optimum yaitu pada kelembaban 40-60%. Apabila kelembaban terlalu tinggi atau terlalu rendah maka proses pengomposan akan berlangsung lebih lambat karena mikroorganisme yang membantu dalam proses pengomposan tidak bisa berkembang atau mati (Indriani, 2002). Selain kelembaban aerasi juga perlu diperhatikan dalam proses pengomposan, jika bahan yang digunakan pada proses pengomposan kering maka proses pengomposan akan lambat. Selain itu apabila bahan yang digunakan terlalu basah akan mengakibatkan penguapan air dan kehilangan panas yang cepat pada saat proses pengomposan berlangsung.

5. Suhu/temperatur

Suhu atau temperatur ini berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme yang membantu dalam proses pengomposan. Suhu yang terlalu tinggi dapat mengakibatkan mikroorganisme akan mati dan sebaliknya apabila suhu rendah maka aktivitas organisme dalam pengomposan tersebut belum ada atau belum aktif. Suhu optimal yang dikehendaki dalam proses pengomposan yaitu 30-50°C. Pada awal proses pengomposan akan terjadi kenaikan suhu yaitu sekitar 55-60°C sehingga dalam proses pengomposan perlu adanya pembalikan kompos untuk menghindari suhu yang terlalu tinggi. Setelah proses pengomposan selesai dan kompos mencapai tingkat kematangan maka suhu kompos akan menurun. (Indriani, 2002).

6. Keasaman bahan

Tingkat keasaman pada proses awal pengomposan biasanya asam dan apabila proses pengomposan berhasil maka pH dari kompos tersebut akan netral. Adapun standar tingkat keasaman yang terdapat pada proses pengomposan yaitu 6,5-7,5 (Indriani, 2002).

7. Penggunaan aktivator

Penggunaan aktivator ini berhubungan dengan organisme yang membantu dalam proses pengomposan. Dengan adanya aktivator dalam proses pengomposan akan mempercepat dekomposisi bahan organik sehingga proses pengomposan akan berlangsung lebih cepat.

Kompos untuk dapat digunakan dengan aman dan memiliki kandungan unsur hara yang maksimal dapat ditentukan oleh tingkat kematangan kompos tersebut. Beberapa pendekatan yang dapat dilakukan untuk mengetahui tingkat kematangan suatu kompos diantaranya:

1. Temperatur kompos yang menurun/rendah pada akhir pengomposan
2. Nisbah C/N < 20
3. Tidak ada aktivitas serangga atau larva pada akhir pengomposan
4. Hilangnya bau tidak sedap
5. Muncul warna putih atau abu-abu karena berkembangnya antinomycetes
6. Perubahan warna menjadi coklat sampai hitam

7. Tekstur kompos remah dan apabila digunakan pada tanah memberikan efek positif untuk pertumbuhan tanaman.

Selain beberapa pendekatan tersebut beberapa pihak seperti perusahaan memiliki standar kualitas kompos sendiri. Adapun standar kualitas kompos yang dijadikan acuan oleh beberapa perusahaan atau asosiasi dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1: Standar kualitas kompos salah satu perusahaan dan asosiasi

Parameter mutu	Satuan	Standar mutu		
		PT. Mekaro Daya Mandiri (1995)	Asosiasi Bark Kompos Jepang dalam harada <i>et al</i> (1993)	
Fisik	Kotoran	-	Tidak ada	-
	Warna	-	Coklat tua	-
	Bau	-	Sedikit	-
	Kadar air	%	10-20	55-65
	pH	-	5,5-6,5	5,5-7,5
	Daya ikat	%	100-150	-
Biologi	Uji benih*	-	-	Dapat diterima
Kimia	Bahan	%	-	-
	C/N	-	Maks 20	<35
	Total N	%	2,5-3,5	>1,2
	N tersedia	%	50-70	-
	P ₂ O ₅	%	1-1,5	>0,5
	K ₂ O	%	1-1,5	>0,3
	KTK	Meq/100	75-100	>70
	Logam	$\frac{g}{\%}$	Tidak ada	-

Daun jati merupakan limbah yang belum banyak dimanfaatkan. Limbah daun jati merupakan salah satu limbah yang kita jumpai bertumpukan dan banyak terlihat pada saat musim kemarau. Limbah daun jati ini merupakan hasil dari proses gugurnya daun jati akibat adanya proses pengurangan penguapan oleh tanaman jati itu sendiri.

Tanaman jati merupakan tanaman yang masuk kedalam family Verbenaceae yang dapat tumbuh pada tanah yang subur, dengan pH tanah 6,5 – 7 serta berdrainase baik. Selain itu tanaman jati dapat tumbuh pada cahaya matahari penuh dan sangat sensitif terhadap adanya naungan (Keiding, 1985). Tanaman jati dapat tumbuh di tanah latosol, andosol dan aluvial, bahkan pada tanah yang mengandung kapur tanaman jati masih dapat tumbuh (Hamzah, 1983).

Pada penelitian Hapsari (2001), daun jati memiliki kandungan unsur hara yaitu N= 1,77%, C= 72,08%, P= 0,22%, K= 0,43%, Ca= 0,80%, Mg= 0,18% dan Fe = 11.468 ppm, Namun setelah daun jati menjadi kompos, limbah ini memiliki kandungan unsur hara yang meningkat yaitu unsur hara N=2,40%, P=0,42%, K=0,435, Ca= 1,05%, Mg=0,70% dan Fe=10,103 ppm. Selain itu pada proses pengomposan daun jati memiliki hasil akhir kompos yang remah, warna berubah menjadi hitam, rasio C/N menjadi 18,68 dan pH kompos mendekati netral yaitu 7,1.

B. Bioaktivator

Bioaktivator merupakan bahan yang digunakan untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik, sehingga proses pengomposan akan dipercepat. Bioaktivator dapat didapatkan dari berbagai kotoran sapi termasuk rumen dan urine dan dapat juga menggunakan produk bioaktivator yang sudah tersedia secara langsung di pasaran seperti EM4, Stardec, Probiion dan lainnya.

Rumen merupakan bagian dari proses pencernaan hewan ruminansia seperti kambing, domba, sapi dan kerbau yang masih berada dalam perut hewan tersebut.

Rumen merupakan bagian terbesar dari organ tubuh hewan ruminansia, rumen terletak di rongga abdominal bagian kiri. Rumen banyak didapat di rumah potong hewan yang merupakan sebuah limbah di rumah potong hewan yang biasanya belum dimanfaatkan secara maksimal dibuang atau dijual. Dengan adanya limbah rumen di rumah potong hewan yang pemanfaatannya kurang dan terus adanya rumen di rumah potong hewan ini maka perlu adanya penanganan agar limbah tersebut dapat dimanfaatkan secara maksimal. Isi rumen merupakan limbah rumah potong hewan yang dihasilkan secara kontinyu dengan jumlah yang besar yaitu berkisar antara 10-12% dari berat hidup (Utami, 1991). Isi rumen berupa kotoran yang belum jadi atau setengah jadi yang didalamnya terkandung mikroorganisme yang sangat banyak. Beberapa mikroorganisme yang terdapat dalam rumen diantaranya bakteri ($10^9 - 10^{12}$ /ml cairan rumen), protozoa (10^5-10^6 /ml cairan rumen), dan sejumlah keeping kapang (yeast) (Tsuda, 1976; Ogiomoto dan Imai, 1981). Bakteri yang terdapat pada rumen tergolong bakteri anaerob atau bakteri yang dapat hidup tanpa adanya oksigen, selain itu bakteri ini dapat hidup pada kisaran pH yaitu 5,5-7,0 dan temperatur 30-40°C (Hungate, 1966).

Berdasarkan jumlah mikroorganisme yang terdapat pada rumen sapi dan rumen kerbau menunjukkan bahwa mikroorganisme pada rumen kerbau lebih tinggi dibandingkan dengan rumen sapi. Hal ini dapat dilihat dengan jumlah bakteri pada rumen kerbau sebesar $16,20 \times 10^8$ dan pada rumen sapi sebesar $13,20 \times 10^8$. Selain itu populasi bakteri selulolitik yang terkandung pada rumen kerbau 2-3 kali lebih besar

dibandingkan pada rumen sapi. Bakteri selulolitik pada rumen kerbau sebesar 42,3%, sedangkan pada rumen sapi sebesar 19,5% (Pradhan 1994). Pada protozoa rumen antara kerbau dan sapi diketahui bahwa protozoa yang terkandung pada rumen kerbau lebih tinggi dibanding dengan protozoa rumen sapi. Pada rumen kerbau kandungan protozoa sebesar $1,2 - 2,8 \times 10^5/\text{ml}$ dan pada rumen sapi sebesar $0,8 - 1,5 \times 10^5/\text{ml}$ (Pradhan, 1994).

Pada kemampuan mencerna makanan, binatang kerbau lebih baik dibandingkan dengan binatang sapi. Hal ini kemungkinan dapat disebabkan oleh kandungan mikroorganisme yang terdapat dalam rumen. Pada binatang kerbau dapat mencerna selulosa jerami gandum sebesar 30,7% dan sapi sebesar 24,3% (Commission on International Relations, 1981).

Rumen memiliki banyak manfaat selain dapat dijadikan pupuk untuk tanaman, rumen juga dapat dijadikan sebagai bahan untuk mempercepat proses pengomposan. Hal ini dikarenakan pada kotoran atau rumen hewan ternak memiliki kandungan unsur hara dan mikroorganisme yang dapat membantu proses dekomposisi bahan organik.

Kandungan dari kotoran hewan/ rumen pada setiap jenis hewan ternak yang satu dan yang lainnya berbeda-beda. Beberapa kandungan unsur yang terdapat pada kotoran hewan ternak berdasarkan jenis ternaknya diantaranya:

1. Sapi

Pada hewan ternak sapi beberapa kandungan unsur yang terkandung menurut Nurlela (1995), unsur N sebanyak 0,498%, unsur P sebanyak 71,75 ppm, unsur K sebesar 15,18 me/100 g, unsur Ca sebanyak 5,82 me/100 g, unsur Mg 9,04 me/100 g, dan unsur C sebesar 25,05%.

2. Kambing

Menurut Soepardi (1983), beberapa unsur yang terdapat pada kotoran kambing diantaranya N sebesar 5,06%, P sebesar 0,67% dan K sebanyak 3,97%.

3. Kerbau

Pada kotoran ternak kerbau beberapa unsur yang terdapat didalamnya diantaranya unsur N sebanyak 0,6%, unsur P sebanyak 0,3% dan unsur K sebanyak 0,34% (Soedijanto dan Hadmadi, 1977).

Isi rumen agar dapat dimanfaatkan sebagai bioaktivator untuk mempercepat proses pengomposan perlu adanya proses pembuatan starter atau bioaktivator. Selain rumen sebagai sumber utama pembuatan bioaktivator, perlu adanya bahan tambahan diantaranya air, bekatul dan gula jawa (Hardono, 2012). Adapun pembuatan bioaktivator dengan rumen yaitu:

- 1) Mengencerkan 2 kg gula jawa kedalam 10 liter air.
- 2) Mensterilkan 2 kg bekatul dengan cara dikukus.
- 3) Memasukan bekatul kedalam larutan nomor 1
- 4) Memasukan isi rumen sebanyak 5 kg kedalam campuran larutan.

- 5) Mengaduk campuran sampai homogen dan menutupnya rapat
- 6) Mendinginkan selama 7 hari.
- 7) Menyaring bioaktivator.

Pada pembuatan bioaktivator bekatul dapat digantikan dengan dedak atau sumber karbohidrat lainnya yang digunakan untuk sumber makanan bagi mikroorganisme, selain itu bahan gula jawa dapat digantikan dengan molase atau tetes tebu sebagai sumber energi. Bioaktivator yang sudah jadi akan ditandai dengan berubahnya bau bahan utama menjadi bau seperti fermentasi.

C. Tanaman Sawi putih

Caisim atau sawi putih (*Brassica sinensis L.*) merupakan sayuran daun yang tumbuh di daerah panas maupun sejuk. Tanaman ini bisa tumbuh baik pada ketinggian hingga ketinggian 1200 meter dpl. Hasil terbaik untuk budidaya caisim adalah di dataran tinggi. Namun kebanyakan petani melakukan budidaya caisim pada ketinggian 100-500 meter dpl (Rukmana, 2007).

Selain kondisi iklim tersebut tanaman sawi putih Pada dasarnya sawi putih dapat ditanam di berbagai jenis tanah, namun yang baik adalah jenis tanah lempung berpasir, seperti tanah andosol, untuk jenis tanah liat perlu dilakukan pengolahan lahan secara sempurna antara lain dengan penambahan pasir dan pupuk organik dalam dosis yang tinggi. Jadi syarat tanah ideal bagi tanaman sawi putih adalah subur, gembur, banyak mengandung bahan organik, tidak menggenang, tata udara

dalam tanah berjalan dengan baik dan pH tanah antara 6-7 (Rukmana, 2007).

Tanaman sawi putih memiliki morfologi diantaranya:

1. Akar

Sistem perakaran tanaman sawi putih yaitu akar tunggang (*radix primaria*) menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 30-50 cm.

2. Batang

Batang tanaman sawi putih berupa batang yang pendek dan beruas-ruas, sehingga hampir tidak kelihatan.

3. Daun

Daun tanaman sawi putih berupa daun yang bersayap, bertangkai panjang dan bentuknya pipih serta berwarna hijau.

4. Bunga

Bunga tanaman sawi putih tersusun dalam tangkai bunga (*inflorescentia*) yang tumbuh memanjang (tinggi) dan bercabang banyak. Tipe kuntumnya terdiri atas empat helai kelopak, empat helai mahkota bunga yang berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah putik yang berongga dua.

5. Buah

Buah tanaman sawi putih berupa buah dengan tipe buah polong yang bentuknya memanjang dan berongga. Tiap buah (polong) berisi 2-8 butir biji sawi putih.

6. Biji

Biji tanaman sawi putih bentuknya bulat kecil berwarna coklat atau coklat kehitam-hitaman.

Pada teknis budidaya tanaman sawi putih terdapat beberapa aspek yang perlu diperhatikan. Beberapa aspek tersebut diantaranya:

1. Pengolahan tanah

Sebelum dilakukan penanaman terlebih dahulu lahan diolah dengan cara dicangkul. Pencangkulan ini dilakukan untuk menggemburkan tanah dan untuk memperbaiki aerasi tanah. Selain dilakukan penggemburan, lahan yang akan ditanami sawi putih terlebih dahulu diberi pupuk dasar. Pupuk dasar yang digunakan yaitu pupuk kandang sebanyak 10 ton/hektar.

2. Penanaman

Bedengan dengan ukuran lebar 120 cm dan panjang sesuai dengan ukuran petak tanah. Tinggi bedeng 20 – 30 cm dengan jarak antar bedeng 30 cm, seminggu sebelum penanaman dilakukan pemupukan terlebih dahulu yaitu pupuk kandang 10 ton/hektar. Sedang jarak tanam dalam bedengan 40 x 40 cm , 30 x 30 dan 20 x 20 cm (Margiyanto, 2007).

3. Pemeliharaan

Pemeliharaan yang dilakukan pada budidaya tanaman sawi putih yaitu penyiraman, penyulaman, pemupukan dan pengendalian hama dan penyakit.

a. Penyiraman

Penyiraman dilakukan dengan mengkondisikan suatu lahan, apabila lahan masih tergolong basah maka penyiraman tidak dilakukan.

b. Penyulaman

Penyulaman merupakan tahap untuk mengganti tanaman ssawi putih yang tidak tumbuh/mati dan tanaman yang tumbuh tidak normal. Penyulaman ini dilakukan dengan cara mengganti tanaman lama dengan tanaman sawi putih yang baru. Penyulaman dilakukan 1 minggu setelah tanam.

c. Pemupukan susulan

Pemupukan susulan tanaman sawi putih dilakukan pada umur 2 minggu dan 4 minggu setelah tanam. Adapun jenis dan dosis pupuk yang digunakan dalam pemupukan susulan tanaman sawi putih yaitu dengan Urea 54 kg/hektar, ZA 117 kg/hektar dan KCl 56 kg/hektar.

d. Pengendalian hama dan penyakit

Pengendalian hama dan penyakit ini dilakukan ketika tanaman sawi putih teridentifikasi terkena serangan hama maupun penyakit. Pengendalian yang digunakan yaitu secara kimia dengan menggunakan pestisida.

4. Panen

Tanaman sawi putih dapat dipanen pada kisaran umur 25-65 hari setelah tanam, akan tetapi umur panen ini tergantung pada varietas tanaman sawi putih yang di tanam. Adapun ciri-ciri tanaman sawi putih yang sudah siap panen yaitu

krop yang sudah kompak dan besar. Pemanenan sawi putih dilakukan dengan cara memotong pangkal tanaman yang dekat dengan tanah dengan menggunakan alat.

D. Hipotesis

1. Penggunaan bioaktivator dari rumen kerbau merupakan bioaktivator yang paling baik untuk pengomposan daun jati.
2. Penggunaan bioaktivator rumen kerbau memberikan kualitas yang paling baik pada kompos yang dihasilkan.
3. Kompos yang menggunakan bioaktivator rumen kerbau merupakan kompos yang paling baik untuk pertumbuhan dan hasil tanaman sawi putih.