

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pupuk Cair Kalium Sulfat

Yang dimaksud dengan pupuk adalah setiap bahan yang diberikan kedalam tanah atau disemprotkan pada tanaman dengan maksud menambah unsur hara yang diperlukan tanaman. Unsur yang paling dibutuhkan terdiri dari unsur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), sulfur (S), kalsium (Ca), dan magnesium (Mg). Dari keenam unsur tersebut yang sangat penting untuk tanaman adalah nitrogen, fosfor, dan kalium. (Elykurniati, 2011)

Berdasarkan proses terjadinya, pupuk dapat diklasifikasikan menjadi dua golongan, yaitu:

1. Pupuk alam (organik)

Pupuk organik atau pupuk alam merupakan hasil-hasil akhir dari perubahan atau penguraian bagian-bagian tanaman dan binatang, misalnya pupuk kandang, pupuk hijau, kompos, bungkil, guano, tepung tulang dan sebagainya

2. Pupuk buatan (anorganik)

Pupuk buatan merupakan pupuk yang dibuat dari pabrik. Bahannya berasal dari bahan anorganik dan dibentuk dengan proses kimia. Salah satu jenis pupuk ini adalah pupuk ZK atau yang disebut pupuk kalium sulfat. Beberapa sifat kimia pupuk anorganik yaitu :

a) Kadar unsur hara

Nilai pupuk ditentukan oleh banyaknya unsur hara yang terkandung didalamnya, makin tinggi kadar unsur haranya berarti pupuk semakin baik. Hasil penelitian para ahli telah menunjukkan bahwa tanaman itu terdiri dari air ($\pm 90\%$) dan bahan kering atau *dry matter* ($\pm 10\%$). Bahan kering terdiri dari bahan-bahan organik dan an-organik. Menurut analisis kimia ternyata pula bahwa bahan organik terdiri dari Karbon (C) sekitar 47 %, Hidrogen (H) sekitar 7%, Oksigen (O) sekitar 44 %, Nitrogen (N) sekitar 0,2 % - 2 % (Mulyani, 1999). Sedangkan bahan an-organik adalah merupakan bagian-bagian mineral atau abu.

Berdasarkan analisa, ternyata tanaman itu terdiri dari sekitar 50 elemen atau unsur. Unsur hara makro relatif banyak diperlukan oleh tanaman, sedangkan unsur hara mikro juga sama pentingnya dengan unsur hara makro hanya dalam hal ini kebutuhan tanaman terhadap zat-zat ini hanya sedikit.. Unsur-unsur hara makro dan mikro yang sangat diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan diambil oleh tanaman dalam bentuk anion dan kation seperti yang dikemukakan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Pengambilan Unsur Hara Esensial dalam Bentuk Anion dan Kation.

Unsur Hara Esensial	Penyerapan Oleh Tanaman Dalam Bentuk	
	Anion	Kation
1. Unsur Hara Makro		
N	NO_3^-	NH_4^+
P	H_2PO_4^- , HPO_4^-	
K		K^{2+}
Ca		Ca^{2+}
Mg		Mg^{2+}
S	SO_4^-	
2. Unsur Hara Mikro		
Fe		Fe^{3+}
Mn		Mn^{2+}
Bo	Bo_3^{3-}	
Mo	Mo_4^{2-}	
Co		Co^{2+}
Zn		Zn^{2+}
Cl	Cl^-	
Co		Co^{2+}

Sumber : Mulyani,1999

b) Higroskopisitas

Higroskopisitas adalah tingkat kemudahan pupuk menyerap air dari udara. Pupuk yang memiliki higroskopisitas kurang baik akan mudah menjadi basah dan mencair bila terkena udara langsung. Bila udara kering pupuk akan menjadi bongkahan keras.

c) Kelarutan

Semakin tinggi kelarutan suatu pupuk maka semakin mudah pula pupuk diserap oleh tanaman. Pupuk N dan K umumnya mudah sekali diserap oleh tanaman.

d) Keasaman

Pupuk buatan ada yang bersifat atau bereaksi asam dan ada juga yang bersifat netral dan alkalis. Pupuk yang bersifat asam dapat menurunkan pH tanah menjadi lebih asam dan dapat menyebabkan tanah menjadi cepat mengeras. Pada tanah asam, sebaiknya menggunakan pupuk yang kadar keasamannya rendah seperti Pupuk ZK

e) Kecepatan bekerja pupuk

Kecepatan bekerja suatu pupuk adalah kecepatan pupuk dalam memberikan reaksi setelah diaplikasikan.

Pupuk kalium sangat baik bagi pertanaman, seperti umbi-umbian, tanaman pohon buah-buahan seperti jeruk, apel, nanas, kubis dan kentang juga sangat membutuhkan pupuk kalium. Kekurangan pupuk kalium gejalanya sangat bervariasi, tergantung jenis tanaman. Pada permulaannya daun tampak agak mengerut dan kadang mengkilap, selanjutnya dari ujung dan tepi daun tampak menguning, warna seperti ini tampak pula diantara tulang-tulang daun, pada akhirnya daun tampak bercak-bercak kotor, berwarna coklat dan sering pula bagian yang berbecak ini jatuh hingga daun tampak bergerigi dan kemudian mati.

Gejala yang tampak pada batang yaitu batangnya lemah dan pendek sehingga tanaman tampak kerdil sedangkan gejala yang tampak pada buah, misalnya buah kelapa dan jeruk banyak berjatuhan sebelum masak. Bagi tanaman berumbi yang kekurangan kalium, hasil umbinya sangat kurang dan kadar hidratnya rendah. Peranan pupuk kalium sulfat yang spesifik bagi pertumbuhan tanaman dan metabolismenya adalah sebagai berikut:

1. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit
2. Mempercepat pertumbuhan jaringan meristematik
3. Pembentukan asam amino dan pertumbuhan tunas
4. Membantu pembentukan bintil akar

Pupuk cair hanyalah larutan yang mengandung satu atau lebih unsur hara yang larut dalam air, dan produk pupuk cair kalium sulfat dapat dilihat pada Gambar 1. dibawah ini.



Gambar 1. Pupuk Cair Kalium Sulfat

Bahan yang sama dengan yang digunakan dalam pembuatan pupuk cair telah ditambahkan ke dalam tanah selama bertahun-tahun dengan melarutkannya dalam air irigasi. Berikut ini merupakan standar mutu kandungan pupuk cair kalium sulfat dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Standar Kandungan Pupuk Cair Kalium Sulfat Bahan Baku dari Alam

Parameter	Satuan	Persyaratan
Kalium (K_2O)	%	Min 2
Sulfat (SO_4)	%	Min 1,7
Asam Bebas	%	Maks 2.5
pH	%	4-8

Sumber : SNI 02-2809-2005

Keuntungan menggunakan pupuk cair diatas tanah yaitu diantaranya :

1. Penghematan tenaga dalam penanganan dimana dapat digunakan pompa dan pipa,
2. Kemudahan untuk menyemprot daun,
3. Kemudahan untuk ditambah pestisida.

Kelemahan menggunakan pupuk cair diatas tanah diantaranya :

1. Fiksasi fosfor yang meningkat, terutama dalam penggunaan campuran dari pada penggunaan terpisah,
2. Korosi wadah dan metal,
3. Perlunya alat khusus untuk penyimpanan dan penggunaan.

2.2 Kalium

Elemen ini (kalium) dapat dikatakan bukan elemen yang langsung pembentuk bahan organik. Kalium adalah unsur hara ke tiga setelah nitrogen dan fosfor yang diserap tanaman dalam bentuk ion K^+ (terutama pada tanaman muda). Kalium banyak terdapat pada sel-sel muda atau bagian tanaman yang banyak mengandung protein, inti-inti sel tidak mengandung kalium. Ion kalium mempunyai fungsi fisiologis yang khusus pada asimilasi zat arang, yang berarti apabila tanaman sama sekali tidak diberi kalium, maka asimilasi akan terhenti.

Dalam hal ini dapat pula ditegaskan bahwa kalium berperan membantu :

1. Pembentukan protein dan karbohidrat;
2. Mengeraskan jerami dan bagian kayu dari tanaman;
3. Meningkatkan resistensi tanaman terhadap penyakit;
4. Meningkatkan kualitas biji/ buah.
5. Mengaktifkan berbagai enzim.
6. Mempercepat pertumbuhan jaringan meristematik
7. Mengatur pergerakan stomata dan hal-hal yang berhubungan dengan air.

Sumber-sumber kalium berasal dari:

1. Beberapa jenis mineral;
2. Sisa-sisa tanaman dan jasad renik;
3. Air irigasi serta larutan dalam tanah;
4. Abu tanaman dan pupuk buatan.

Penggunaan pupuk kalium (K) di Indonesia kurang mendapat perhatian bila dibandingkan dengan penggunaan pupuk nitrogen (N) dan fosfor (P) padahal unsur N, P, dan K merupakan unsur-unsur hara primer yang penting bagi tanaman. Umumnya kadar kalium total tanah cukup tinggi, dan diperkirakan mencapai

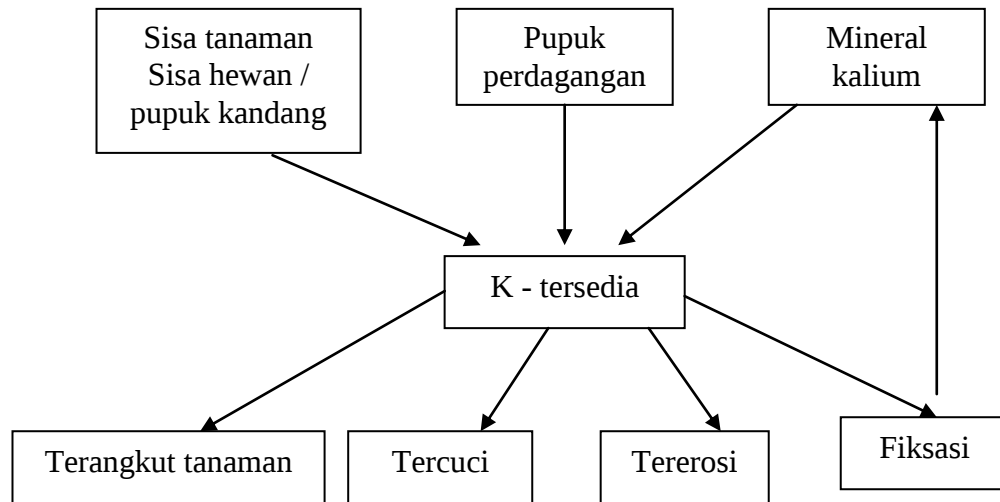
2,6% dari total berat tanah, tetapi yang tersedia cukup rendah. Pada keadaan tertentu, misalnya pertanian intensif atau pada tanah muda yang banyak mengandung mineral kalium dengan curah hujan tinggi kalium yang tidak dapat dipertukarkan dapat juga diserap tanaman (Mulyani, 1999). Hal ini tidak berarti bahwa pupuk K tidak digunakan bagi pertanaman, mungkin pada pertanaman rakyatlah yang kurang, sebab kurang adanya tanggapan. Sedangkan pada perkebunan-perkebunan penggunaan pupuk K ternyata cukup banyak, dapat dikatakan bahwa perkebunan-perkebunan merupakan konsumen pupuk K yang terbanyak.

Penggunaan pupuk N dan P, turut memperbesar serapan kalium dari tanah. Kalium (K) sesungguhnya sangat diperlukan pada tanah kering karena pada tanah kering kenyataannya Kalium lebih banyak yang hilang atau tersangkut oleh tanah melalui pencucian air hujan ataupun erosi. Oleh karena itu jika kalium dalam tanah dan yang berasal dari air irigasi tidak mencukupi untuk keperluan pertumbuhan tanaman, maka tanaman akan menderita, sehingga penambahan kalium ke dalam tanah harus menjadi bahan pertimbangan.

Kekurangan kalium gejalanya sangat bervariasi, tergantung jenis tanaman. Pada permulaanya, daun tampak agak mengkerut dan kadang-kadang mengkilap, selanjutnya dan ujung tepi daun tampak menguning. Warna seperti ini tampak pula di antara tulang-tulang daun, pada akhirnya daun tampak bercak-bercak kotor, berwarna cokelat dan sering pula bagian yang bercak ini jatuh hingga daun tampak berigi dan kemudian mati. Pada tanaman kentang gejala yang terdapat pada daun yaitu pengkerutan dan penggulungan, warna daun hijau tua berubah menjadi kuning bertitik-titik cokelat.

Gejala yang tampak pada batang yaitu batangnya lemah dan pendek-pendek, sehingga tanaman tampak kerdil. Sedangkan gejala yang tampak pada buah, misalnya buah kelapa dan jeruk banyak yang berjatuhan sebelum masak, sedang masaknya buahpun berlangsung lambat. Bagi tanaman berumbi yang menderita defisiensi K hasil umbinya sangat kurang dan kadar hidrat arangnya demikian rendah.

Neraca kalium diartikan sebagai suatu keseimbangan antara kalium yang bertambah dan yang hilang dari dalam tanah. Secara diagram hal ini dapat terlihat pada Gambar 2. berikut.



(Sumber: Mulyani, 1999.)

Gambar 2. Diagram Pertambahan dan Kehilangan Kalium dari Tanah.

2.3 Sulfat

Unsur belerang diserap oleh tanaman hampir seluruhnya sebagai ion SO_4^{2-} , hanya sejumlah kecil gas SO_2 yang diserap langsung oleh daun dari atmosfer. Belerang (S) yang larut dalam air akan segera diserap akar tanaman, karena zat ini sangat diperlukan tanaman (terutama tanaman-tanaman muda) pada pertumbuhan pemula dan perkembangannya. Tanaman yang kekurangan belerang akan tumbuh kerdil, khlorosis, batang kurus dan mudah rapuh. Gejalanya dimulai pada daun-daun muda dan bagian-bagian yang baru terbentuk (Mulyani, 1999).

Peranan belerang yang spesifik bagi pertumbuhan tanaman dan metabolismenya adalah sebagai berikut :

1. Penyusun vitamin-vitamin tertentu, koenzim A, dan *glutathione*.
2. Meningkatkan kadar minyak pada tanaman.
3. Memfiksasi N dan sebagai bagian enzim nitrogenase.

Ada tiga sumber alami pokok unsur hara belerang tanah yang menyediakan belerang bagi tanaman. Ketiga unsur tersebut adalah :

1. Mineral tanah

Sumber belerang tanah yang berupa mineral tanah berasal dari batuan beku. Jika batuan ini mengalami pelapukan, maka mineral terhancurkan dan sulfat-sulfat dibebaskan. Sulfat-sulfat ini kemudian mengalami pengendapan sebagai garam-garam larut, diserap oleh organisme hidup dan direduksi oleh organisme-organisme lain menjadi sulfida-sulfida atau elemen belerang.

2. Gas-gas belerang di atmosfer

Sumber lain belerang tanah adalah atmosfer. Daerah sekitar kegiatan industri yang menggunakan bahan bakar mengandung belerang, seperti batubara, atau yang menghasilkan bahan mengandung belerang, gas-gas sulfur dioksida (SO_2) akan terlepas ke udara.

3. Belerang terikat secara organik.

Belerang yang berasal dari sisa-sisa tanaman atau organisme lain sebagian besar berupa protein, biasanya mudah sekali didekomposisi oleh mikroorganisme. Dekomposisi bahan organik yang mengandung belerang kemudian melepaskan sulfat ke dalam tanah (Mulyani, 1999).

2.4 Asam bebas sebagai H_2SO_4

Pupuk mengandung kandungan sulfur dalam bentuk SO_4 atau dalam bentuk-bentuk lain yang akan mengakibatkan keasaman kecuali jika bahan kapur cukup terdapat di dalam pupuk untuk menetralkan asam yang di bentuk. (Henry, 1988).

Kalau reaksi tanah asam maka tersedianya unsur hara atau zat tanah yang sangat dibutuhkan tanaman sangat kecil. Diantara zat yang sulit tersedia seperti kalsium, magnesium, fosfor dan molibden. Kalau zat-zat ini tidak ada dalam tanah maka tanaman akan tidak subur. Zat-zat yang dihasilkan oleh mineral itu ikut tercuci habis oleh air. Kalau hanya kekurangan zat akibat tercuci, tidak menjadi soal penting, karena bisa disuplai lagi lewat pemupukan. Tetapi yang menjadi masalah tidak semua zat tadi tergusur habis, hanya zat-zat yang bersifat basa. Jadi yang tinggal pada tanah itu adalah zat-zat yang bersifat asam seperti aluminium, besi dan magnesium (Lingga, 1986).

Kebanyakan pupuk lengkap cenderung mengembangkan sisa asam dalam tanah. Ini terutama disebabkan oleh pengaruh kandungan nitrogen dan ammonia. Ion NH_4 berefek besar kalau mengalami nitrifikasi. Kalau dioksidasikan senyawa amonium cenderung meningkatkan keasaman. Disamping senyawa amonium bahan urea dan beberapa senyawa organik jika mengalami hidrolisa menghasilkan ion amonium yang merupakan sumber potensial keasaman (Harry, 1982).

Pengaruh pemupukan terhadap derajat kemasaman tanah dapat diakibatkan dari pemupukan tanah dengan pupuk yang sifatnya asam, jadi harus dapat menghindari pemakaian pupuk yang bersifat Asam pada tanah-tanah yang bereaksi asam. Tanah senantiasa tidak menampilkan gejala Aasam dan apabila tanah menunjukkan gejala-gejala asam maka derajat kemasaman tidak sama. Jadi tanah dapat bereaksi netral, Aasam dan basa (Mulyani, 1987).

Keasaman tanah memegang peranan penting pada ketersediaan fosfor pada tanah atau terbatas pada reaksi-reaksi dalam sistim tanah, pupuk dan tanaman. Keasaman tanah mempengaruhi kelarutan spesies ion dominan dapat bereaksi phosphor akan hilang sehingga tidak tersedia bagi tanaman. Pada tanah masam dengan $\text{pH} < 5,5$ dominan oleh kation Fe^{3+} dan Al^{3+} yang menyerap P-larutan dan pada $\text{pH} > 6,0$ sistim tanah dominan kation Ca^{2+} dan Mg^{2+} yang juga mampu menyerap phosfhor (Poerwowidodo, 1992).

Ion-ion dalam larutan tanah dikendalikan oleh pH tanah, serapan fosfat terbesar terjadi pada kisaran pH 4,0-8,0. Pada kisaran pH mengandung ion-ion fosfat, jika pH melebihi 5,0 ion hidroksil mampu bersaing dalam penyerapan ion. Penggunaan pupuk N-amonium menyebabkan tanah menjadi masam. Tanah yang banyak mengandung kalsium karbonat bebas hanya mengalami perubahan kecil karena adanya pengaruh sanggahan yang tinggi, kelarutan P akan turun karena meningkatnya kalsium dapat larut akibat penambahan pupuk N-asam (Novizan, 2002).

2.5 Kelapa Sawit

Kelapa sawit (*Elaeis guinensis* Jack) merupakan tumbuhan tropis yang diperkirakan berasal dari Nigeria (Afrika Barat) karena pertama kali ditemukan di hutan belantara negara tersebut. Kelapa sawit pertama masuk ke Indonesia pada tahun 1848, dibawa dari Mauritius dan Amsterdam oleh seorang warga Belanda. Bibit kelapa sawit yang berasal dari kedua tempat tersebut masing-masing berjumlah dua batang dan pada tahun itu juga ditanam di Kebun Raya Bogor. Hingga saat ini dua dari empat pohon tersebut masih hidup dan diyakini sebagai nenek moyang kelapa sawit yang ada di Asia Tenggara (Hadi, 2004).

Kelapa sawit termasuk tumbuhan pohon. Tingginya dapat mencapai 24 meter. Bunga dan buahnya berupa tandan, serta bercabang banyak. Buahnya kecil dan apabila masak, berwarna merah kehitaman. Daging buahnya padat. Daging dan kulit buahnya mengandung minyak. Minyaknya itu digunakan sebagai bahan minyak goreng, sabun, dan lilin. Hampasnya dimanfaatkan untuk makanan ternak, khususnya sebagai salah satu bahan pembuatan makanan ayam. Tempurungnya digunakan sebagai bahan bakar dan arang. Kelapa sawit yang berkembang biak dengan biji, tumbuh di daerah tropika, pada ketinggian 0 - 500 meter di atas aras laut. Kelapa sawit menyukai tanah yang subur dan tempat terbuka, dengan kelembapan tinggi. Kelembapan tinggi itu antara lain ditentukan oleh adanya curah hujan yang tinggi, sekitar 2,000-2,500 mm setahun. (Wikipedia, 2009).

Tanaman kelapa sawit mulai diusahakan dan dibudidayakan secara komersial pada tahun 1911. Perintis usaha perkebunan kelapa sawit di Indonesia adalah Adrien Hallet, seorang Belgia yang telah belajar banyak tentang kelapa sawit di Afrika. Budidaya yang dilakukannya diikuti oleh K.Schadt yang menandai lahirnya perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Sejak saat itu perkebunan kelapa sawit di Indonesia mulai berkembang.

2.5.1 Cangkang Kelapa Sawit

Cangkang sawit adalah bagian berkayu yang ada didalam buah sawit. Bahan ini berwarna coklat tua sampai kehitaman dengan tekstur yang cukup keras dan berfungsi sebagai pelindung daging buah biji sawit (endosperm). Cangkang kelapa sawit merupakan salah satu limbah pengolahan minyak kelapa sawit yang cukup besar, yaitu mencapai 60% dari produksi minyak. Tempurung buah kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai arang aktif. Arang aktif dimanfaatkan oleh berbagai industri, antara lain industri minyak, karet, gula dan farmasi. Selain itu tempurung kelapa sawit digunakan hanya sebagai bahan bakar pembangkit tenaga uap dan bahan pengeras jalan. (Fauzi dkk, 2002)

Cangkang kelapa sawit sebagai salah satu limbah padat pengolahan minyak CPO dan PKO, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi. Dengan kandungan karbon terikat sebesar 20,5%, cangkang kelapa sawit mampu dijadikan sebagai sumber energi alternative (Husain dkk., 2002).

Cangkang sawit seperti halnya kayu diketahui mengandung komponen-komponen seperti abu, selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4 berikut.

Tabel 4. Komposisi kandungan cangkang sawit

<i>Komposisi</i>	<i>Jumlah</i>
Abu	18,1 %
Selulosa	26,27 %
Hemiselulosa	12,61 %
Lignin	42,96 %

Sumber : Widiarsi (2008)

Sampai saat ini, limbah kelapa sawit belum dimanfaatkan secara optimal. Tondok (1999) menyatakan bahwa banyak minyak sawit dan inti sawit yang telah dimanfaatkan sebagai bahan baku pada berbagai industri hilir, sedangkan beberapa produk sampingan yang belum diteliti pemanfaatannya meliputi tandan kosong yang kemungkinan bisa dimanfaatkan untuk industri kertas dan pupuk; limbah cair dan pelepah kelapa sawit dimanfaatkan untuk hijauan ternak.

Kebanyakan limbah padat seperti tandan kosong, pulp, serat dan cangkang hanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar di pabrik (Saono dan Sastrapradja, 1983).

Prinsip pemisahan biji dari cangkangnya adalah karena adanya perbedaan berat jenis antara inti dan cangkang. Caranya adalah dengan mengapungkan biji-biji yang telah dipecahkan dalam larutan lempung yang mempunyai berat jenis 1,16. Dalam keadaan ini inti kelapa sawit akan mengapung dalam larutan dan cangkang akan mengendap di dasar. Inti dan cangkang diambil secara terpisah kemudian dicuci sampai bersih. Alat yang digunakan untuk memisahkan inti dari cangkangnya disebut hydrocyclone separator. Inti buah dimasukkan ke silo dan dikeringkan pada suhu 80°C. Selama pengeringan harus selalu dibolak-balik agar keringnya merata.

2.5.2 Abu Cangkang Kelapa Sawit

Limbah kelapa sawit adalah sisa hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau merupakan hasil ikutan dari pengolahan kelapa sawit. Berdasarkan tempat pembentukan limbah kelapa sawit dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu limbah perkebunan kelapa sawit dan limbah industri kelapa sawit.

Limbah perkebunan kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan dari sisa tanaman yang tertinggal pada saat pembukaan areal perkebunan, peremajaan dan panen kelapa sawit. Limbah perkebunan kelapa sawit antara lain kayu, pelepah dan gulma. Dalam setahun setiap satu hektar perkebunan kelapa sawit rata-rata menghasilkan limbah pelepah daun sebanyak 10.4 ton bobot kering (Fauzi *et al.* 2008). Limbah industri kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan kelapa sawit. Limbah industri kelapa sawit terdiri atas limbah padat, limbah cair dan limbah gas.

Dalam pemrosesan buah kelapa sawit menjadi ekstrak minyak sawit, menghasilkan limbah padat yang sangat banyak dalam bentuk serat, cangkang dan tandan buah kosong, dimana untuk setiap 100 ton tandan buah segar yang diproses, akan di dapat lebih kurang 20 ton cangkang, 7 ton serat dan 25 ton tandan kosong. Untuk membantu pembuangan limbah dan pemulihan energi,

cangkang dan serat ini digunakan lagi sebagai bahan bakar untuk menghasilkan uap pada penggilingan minyak sawit. Setelah pembakaran dalam ketel uap, akan dihasilkan 5% abu (oil palm ashes) dengan ukuran butiran yang halus. Abu hasil pembakaran cangkang kelapa sawit dapat dilihat seperti pada gambar 3. dibawah ini



Gambar 3. Abu cangkang kelapa sawit

Hasil uji komposisi unsur kimia dari abu cangkang kelapa sawit yang telah dilakukan oleh Limbah padat Pabrik Kelapa Sawit berupa abu dari cangkang dan sabut mengandung banyak silika. Berikut ini menyajikan komposisi abu sawit yang berasal dari pembakaran sabut, cangkang dan tandan (Graille dkk, 1985). dapat dilihat pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. Unsur kimia abu cangkang kelapa sawit

Senyawa kimia	Persentase (%)		
	Kulit buah	Sabut	Tandan
SiO ₂	61	59,1	19,1
Natrium (Na)	1,1	0,5	0,03
Kalsium (Ca)	1,5	4,9	2,7
Magnesium (Mg)	2,8	2,3	2,8
Karbonat (CO ₃)	1,9	2,5	9,2
Kalium (K)	7,5	9,2	25,8
Klor (Cl)	1,3	2,5	4,9
Nitrogen (N)	0,05	0,04	-
Posfat (P)	0,9	1,4	0,2
Hilang Pijar	11,05	17,56	35,27

(Sumber: Hutahaean,B 2007)

2.6 Asam Sulfat

Merupakan asam mineral (anorganik) yang kuat. Zat ini larut dalam air pada semua perbandingan. Asam sulfat mempunyai banyak kegunaan dan merupakan salah satu produk utama industri kimia. Produksi dunia asam sulfat pada tahun 2001 adalah 165 juta ton, dengan nilai perdagangan seharga US\$8 juta. Kegunaan utamanya termasuk pemrosesan bijih mineral, sintesis kimia, pemrosesan air limbah dan pengilangan minyak.

Asam sulfat merupakan komoditas kimia yang sangat penting, dan sebenarnya pula, produksi asam sulfat suatu negara merupakan indikator yang baik terhadap kekuatan industri negara tersebut. Kegunaan utama (60% dari total produksi di seluruh dunia) asam sulfat adalah dalam "metode basah" produksi asam fosfat, yang digunakan untuk membuat pupuk fosfat dan juga trinitrat fosfat untuk deterjen. Pada metode ini, batuan fosfat digunakan dan diproses lebih dari 100 juta ton setiap tahunnya. Bahan-bahan baku yang ditunjukkan pada persamaan di bawah ini merupakan fluorapatit, walaupun komposisinya dapat bervariasi. Bahan baku ini kemudian diberi 93% asam sulfat untuk menghasilkan kalsium sulfat, hidrogen fluorida (HF), dan asam fosfat. HF dipisahkan sebagai asam fluorida.

Asam sulfat digunakan dalam jumlah yang besar oleh industri besi dan baja untuk menghilangkan oksidasi, karat, dan kerak air sebelum dijual ke industri otomotif. Asam yang telah digunakan sering kali didaur ulang dalam kilang regenerasi asam bekas (*Spent Acid Regeneration (SAR) plant*). Kilang ini membakar asam bekas dengan gas alam, gas kilang, bahan bakar minyak, ataupun sumber bahan bakar lainnya. Proses pembakaran ini akan menghasilkan gas sulfur dioksida (SO_2) dan sulfur trioksida (SO_3) yang kemudian digunakan untuk membuat asam sulfat yang "baru".

Amonium sulfat, yang merupakan pupuk nitrogen yang penting, umumnya diproduksi sebagai produk sampingan dari kilang pemroses kokas untuk produksi besi dan baja. Mereaksikan amonia yang dihasilkan pada dekomposisi termal batu bara dengan asam sulfat bekas mengijinkan amonia dikristalkan keluar

sebagai garam (sering kali berwarna coklat karena kontaminasi besi) dan dijual kepada industri agrokimia.

Kegunaan asam sulfat lainnya yang penting adalah untuk pembuatan aluminium sulfat. Aluminium sulfat dapat bereaksi dengan sejumlah kecil sabun pada serat pulp kertas untuk menghasilkan aluminium karboksilat yang membantu mengentalkan serat pulp menjadi permukaan kertas yang keras. Aluminium sulfat juga digunakan untuk membuat aluminium hidroksida. Aluminium sulfat dibuat dengan mereaksikan bauksit dengan asam sulfat.

Asam sulfat juga memiliki berbagai kegunaan di industri kimia. Sebagai contoh, asam sulfat merupakan katalis asam yang umumnya digunakan untuk mengubah sikloheksanonoksim menjadi kaprolaktam, yang digunakan untuk membuat nilon. Asam sulfat juga digunakan untuk membuat asam klorida dari garam melalui proses Mannheim. Banyak H_2SO_4 digunakan dalam pengilangan minyak bumi, contohnya sebagai katalis untuk reaksi isobutana dengan isobutilena yang menghasilkan isooktana.

Penelitian pupuk kalium sulfat ini, sumber sulfat berasal dari Asam Sulfat. Asam Sulfat mempunyai rumus molekul H_2SO_4 merupakan asam mineral yang sangat korosif. Sifat korosif ini disebabkan oleh pembawa sifat asamnya, yaitu ion H^+ . Sifat korosif asam adalah sifat asam yang dapat merusak benda apa saja yang mengenainya, baik logam maupun non logam.

Logam yang peranannya sangat besar dalam kehidupan kita, akan mengalami korosi ketika terkena asam, karena terjadi reaksi redoks, ion H^+ dari asam sulfat mengalami reduksi sedang benda-benda itu akan mengalami oksidasi.

Asam sulfat berupa cairan tidak berwarna, kental seperti minyak, mudah larut dalam air, dan tergolong asam diprotik. Sifat korosif dari asam sulfat menunjukkan sifat asamnya sangat kuat.

Asam sulfat pekat dapat bertindak sebagai dehidrator. Dehidrator adalah suatu kemampuan menarik air dari suatu senyawa yang mengandung atom-atom H dan O. Sebagai contoh asam sulfat yang ditambahkan ke dalam alkohol primer, akan membentuk alkena jika direaksikan pada 180°C . Asam sulfat pekat memiliki

kemampuan sebagai oksidator kuat. Misalnya jika direaksikan dengan besi akan membentuk gas belerang dioksida. Titik leleh $10,3^{\circ}\text{C}$, titik didih 338°C , massa molekul relatif 98,08. dan massa jenis 1,94.

2.7 Abu

Kadar abu ada hubungannya dengan mineral suatu bahan. Mineral yang terdapat dalam suatu bahan dapat merupakan dua macam garam yaitu garam organik dan garam anorganik. Yang termasuk dalam garam organik, misalnya garam-garam asam mollar, oksalat, asetat dan pektat. Sedangkan garam anorganik antara lain dalam bentuk garam fosfat, karbonat, klorida, sulfat dan nitrat.

Selain kedua garam tersebut, kadang-kadang mineral berbentuk sebagai senyawa kompleks yang bersifat organik. Apabila akan ditentukan jumlah mineralnya dalam bentuk aslinya adalah sangat sulit. Oleh karena biasanya dilakukan dengan menentukan sisa pembakaran garam mineral tersebut yang dikenal dengan pengabuan.

Temperatur dari pengabuan harus diperhatikan dengan sungguh-sungguh karena banyak elemen abu yang menguap pada suhu yang tinggi misalnya unsur K, Na, S, Ca, P. selain itu suhu pengabuan juga menyebabkan dekomposisi senyawa tertentu misalnya K_2CO_3 , CaCO_3 , MgCO_3 . K_2CO_3 terdekomposisi pada suhu 700°C , CaCO_3 terdekomposisi pada $600\text{--}650^{\circ}\text{C}$, sedangkan MgCO_3 terdekomposisi pada suhu $300\text{--}400^{\circ}\text{C}$. Tetapi bila ketiga garam tersebut berada bersama-sama akan membentuk senyawa karbonat kompleks yang lebih stabil. Pengabuan kering dapat dilakukan untuk menganalisis kandungan Ca, P, dan Fe, akan tetapi kehilangan K dapat terjadi apabila suhu yang digunakan terlalu tinggi. Oleh karena itu, untuk menganalisis K harus dihindari pemanasan suhu lebih tinggi dari 480°C . Suhu 450°C tidak dapat digunakan jika akan menganalisis kandungan seng. Penggunaan suhu yang terlalu tinggi juga akan menyebabkan beberapa mineral menjadi tidak larut (Winarno, 2004).

Komponen mineral dalam suatu bahan sangat bervariasi baik macam dan jumlahnya. Sebagai gambaran dikemukakan beberapa contoh yang dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Macam-Macam Mineral dan Sumbernya

Komponen Mineral	Sumber Mineral
Ca (kalsium)	- Susu dan hasil olahannya, sereal, kacang-kacangan, ikan, telur, dan buah-buahan
Fosfor (P)	- Susu dan olahannya, daging. Ikan, daging unggas, telur, dan kacang-kacangan
Besi (Fe)	- Tepung gandum, daging, unggas, ikan dan <i>seafood</i> , dan telur
Sodium (Na)	- Garam yang banyak digunakan sebagai bumbu dan <i>salted food</i>
Potasium (K)	- Susu dan hasil olahannya, buah-buahan, sereal dan ikan, unggas, telur dan sayur-sayuran
Magnesium (Mg)	- Kacang-kacangan, sereal, sayur-sayuran, buah-buahan dan daging
	- Susu, daging, kacang-kacangan, dan telur
Belerang (S)	- Sayur-sayuran dan buah-buahan
Kobalt (Co)	- Bahan makanan hasil laut
Zink (Zn)	

(Sumber: Sudarmadji, 2003)

Mengingat adanya berbagai komponen abu yang mudah mengalami dekomposisi atau bahkan menguap pada suhu yang tinggi, maka suhu pengabuan untuk tiap-tiap bahan dapat berbeda-beda bergantung komponen yang ada dalam bahan tersebut. Sebagai gambaran dapat diberikan berbagai contoh suhu pengabuan untuk berbagai bahan sebagai berikut (Winarno, 2004) :

1. Buah-buahan dan hasil olahannya, daging dan hasil olahnya, gula dan hasil olahnya serta sayuran dapat diabuakan pada suhu 525°C.
2. Sereal dan hasil olahnya, susu dan hasil olahnya kecuali keju pengabuan pada suhu 550°C sudah cukup baik.
3. Ikan dan hasil olahnya serta bahan hasil laut, rempah-rempah, keju, anggur dapat menggunakan suhu pengabuan 500°C.

4. Biji-bijian, makanan ternak dapat diabukan pada suhu 600°C. pengabuan diatas 600°C tidak dianjurkan karena menyebabkan hilangnya zat tertentu misalnya garam klorida ataupun oksida dari logam alkali..

Pengabuan dilakukan dengan *muffle* yang dapat diatur suhunya, tetapi bila tidak tersedia dapat menggunakan pemanas Bunsen. Bila menggunakan Bunsen sulit diketahui ataupun dikendalikan suhunya, untuk ini dapat digunakan pengamatan secara visual yaitu kelihatan membara merah berarti suhu lebih kurang 550°C. Kadang kala pada proses pengabuan terlihat bahan hasil pengabuan berwarna putih abu-abu dengan bagian tengahnya terdapat nodah hitam. Ini menunjukkan pengabuan belum sempurna maka perlu diabukan lagi sampai noda hitam hilang dan diperoleh abu yang berwarna putih keabu-abuan. Lama pengabuan tiap bahan berbeda-beda dan berkisar antara 2-8 jam. Pengabuan dianggap selesai apabila diperoleh sisa pengabuan yang umumnya berwarna putih abu-abu, dengan selang waktu pengabuan 30 menit. Penimbangan terhadap bahan dilakukan dengan keadaan dingin, untuk itu maka krus yang berisi abu yang diambil dari dalam *muffle* harus lebih dahulu dimasukkan dalam oven bersuhu 105°C agar supaya suhunya turun, baru kemudian dimasukkan kedalam eksikator sampai dingin. Eksikator yang digunakan harus dilengkapi dengan zat penyerap uap air misalnya *silica gel* atau kapur aktif atau kalsium klorida, dan sodium hidroksida (Winarno, 2004).

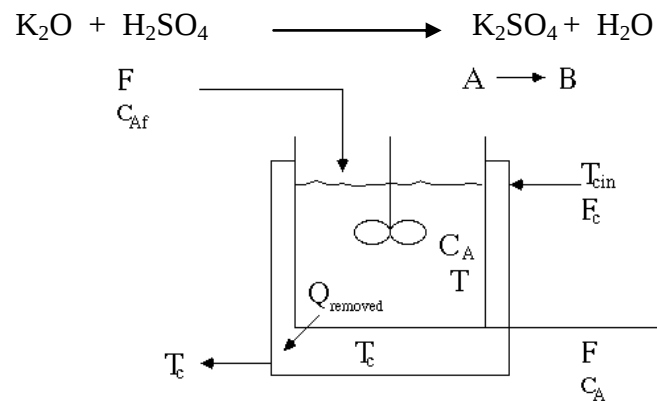
2.8 Reaktor Berpengaduk

Reaktor adalah suatu bejana tempat berlangsungnya reaksi kimia. Rancangan dari reaktor ini tergantung dari banyak variabel yang dapat dipelajari. Perancangan suatu reaktor harus mengutamakan efisiensi kinerja reaktor, sehingga didapatkan hasil produk yang optimal dibandingkan masukan (input) yang besar dengan biaya yang minimum, baik itu biaya modal maupun operasi. Tentu saja faktor keselamatanpun tidak boleh dikesampingkan. Biaya operasi biasanya termasuk besarnya energi yang akan diberikan atau diambil, harga bahan baku, upah operator, dll. Perubahan energi dalam suatu

reaktor kimia bisa karena adanya suatu pemanasan atau pendinginan, penambahan atau pengurangan tekanan, gaya gesekan (pengaduk dan cairan).

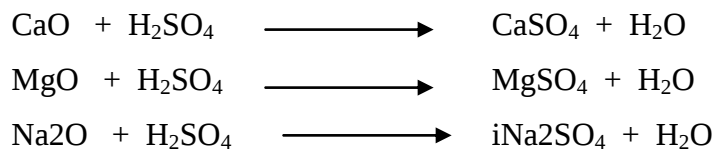
Reaktor berpengaduk yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis reaktor batch yang merupakan suatu bejana yang di dalamnya dilakukan suatu reaksi tertentu dimana tidak ada aliran masuk dan tidak terdapat aliran keluar selama reaksi berlangsung. Pengaturan umpan masuk dilakukan hanya pada saat pertama kali dimulainya percobaan, dan hasil reaksi dikeluarkan setelah jangka waktu tertentu.

Pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan gelas kimia sebagai reaktor dengan stirer sebagai pengaduk. Oleh karena itu dalam penelitian ini Rasio umpan dan kecepatan pengadukan sebagai variabel yang ditetapkan. Reaksi abu cangkang sawit dengan asam sulfat yang terjadi dalam reaktor berpengaduk adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Reaktor Berpengaduk

Kandungan unsur-unsur lain dalam cangkang kelapa sawit yang dapat terikat oleh asam sulfat diantaranya :



Selain unsur-unsur diatas, terdapat pula kandungan unsur-unsur lain tetapi dalam jumlah yang amat kecil (Elykurniati, 2011).

2.9 Variabel-Variabel yang Mempengaruhi Proses

2.9.1 Pengadukan

Dengan adanya pengadukan maka difusivitas suatu zat akan meningkat sehingga kelarutan suatu zat juga akan meningkat. Hal ini disebabkan karena putaran pengadukan mengakibatkan partikel zat dapat berferak bebas ke segala arah yang memungkinkan terjadinya kontak antar partikel sehingga kondisi jenuh cepat tercapai. Selain itu juga pendispersian butiran padatan ke dalam cairan dengan cara pengadukan dapat meningkatkan luas kontak dan memperbesar tumbukan antar molekul dalam cairan dan mencegah pengendapan, sehingga konsentrasi dalam suatu pencampuran akan semakin meningkat, hal ini menunjukkan bahwa perbedaan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap kandungan pupuk cair kalium sulfat (Banagung, 2013), kecepatan pengadukan divariasikan sebesar 50, 100, 150, dan 200 rpm sehingga diperoleh hasil penelitian dengan kecepatan pengadukan terbaik yang harus digunakan yaitu 150 rpm, kandungan kaliumnya sebesar 0,8321 % sulfur 0,1778 % , dan seperti penelitian (Elykurniati, 2011) pembuatan pupuk cair kalium sulfat dengan kecepatan terbaik yaitu 200 menit dengan komposisi pupuk K dalam K_2O sebesar 6.022,01 mg/L dan SO_4 sebesar 5.384,02 mg/L.

2.9.2 Waktu operasi

Waktu pencampuran merupakan faktor penentu bagi tercapainya konsentrasi pupuk yang baik. Lama pengadukan yang singkat pada umumnya akan memberikan hasil yang kurang baik, hal ini disebabkan karena pada waktu yang singkat proses pelarutan belum mencapai kondisi jenuh. Semakin lama pengadukan maka kelarutan zat akan semakin besar.

Pencampuran yang terbaik dapat mencampur dalam waktu yang ditentukan, menggunakan daya sekecil-kecilnya. Dalam banyak hal, diinginkan waktu campur yang singkat namun banyak hal yang perlu dipertimbangkan seperti pengadukan, ukuran bahan, energi pencampuran. Hal ini mendasari beberapa peneliti untuk memvariasikan waktu operasi. Proses pembuatan pupuk cair kalium sulfat dengan waktu operasi terbaik yang didapatkan yaitu 90 menit

dengan komposisi pupuk K dalam K_2O sebesar 6.022,01 mg/L dan SO_4 sebesar 5.384,02 mg/L. (Elykurniati, 2011)

2.9.3 Ukuran partikel

Ukuran partikel yang kecil akan memperbesar permukaan kontak antara partikel dengan cairan. Pemilihan ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap proses pencampuran, dimana ukuran partikel yang semakin kecil maka semakin cepat terbentuknya campuran yang homogen (Levenspiel, 1972). Pada percobaan (Ristandi, 2013) dengan ukuran 150 mesh menghasilkan produk pupuk kalium sulfat cair dengan konsentrasi kalium 0,139%, dan konsentrasi sulfat 0,141%.

2.9.4 Suhu operasi

Kelarutan suatu padatan yang akan dicampur dipengaruhi oleh temperatur. Semakin meningkatnya temperatur maka kelarutan suatu padatan semakin tinggi dan menambah kecepatan reaksi. Meningkatnya temperatur juga meningkatkan laju difusi yang akan menambah kecepatan reaksi (Levenspiel, 1972). Berdasarkan penelitian sebelumnya (Elykurniati, 2011) proses pembuatan pupuk cair kalium sulfat dilakukan pada temperatur 70°C sedangkan dalam penelitian (Ristandi, 2013) didapatkan temperatur operasi optimum yaitu 80°C yang menghasilkan pupuk cair kalium sulfat dengan konsentrasi kalium 0,139%, konsentrasi sulfat 0,141%.