



## Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Potensi Legum (*Leguminosa*) sebagai Pakan

*Leguminosa* merupakan tanaman yang mempunyai kemampuan untuk menghasilkan bahan organik tinggi dan dapat membantu meningkatkan kesuburan tanah. Kemampuan memfiksasi nitrogen dari udara oleh *leguminosa* dapat membantu meningkatkan suplai hara terutama nitrogen bagi tanaman yang disampingnya. *Leguminosa* dapat ditanam sebagai tanaman penutup lahan mempunyai fungsi untuk konservasi tanah dan air. Percampuran *leguminosa* dan tanaman pangan mempunyai potensi untuk menghasilkan bahan kering yang lebih tinggi dengan kualitas yang lebih tinggi. Selain itu, pertanaman campuran dengan tanaman *leguminosa* dapat menekan gulma dan meningkatkan kesuburan tanah (Horne dan Stur, 1999).

Legum termasuk *dicotyledoneus* dimana embrio mengandung dua daun biji *cotyledone* (Susetyo, 1985). Famili legume dibagi menjadi tiga grup sub famili yaitu *mimosaceae*, tanaman kayu dan herba dengan bunga reguler. Tanaman kayu dan herba dengan ciri khas bunga berbentuk kupu-kupu, kebanyakan tanaman pakan ekonomi penting termasuk dalam grup *papilionaceae*. Legum yang ada mempunyai siklus hidup secara *annual*, *binial* atau *perennial* (Soegiri *et al.*, 1982).

### 2.2. *Indigofera zollingeriana*

*Fodder trees* (*leguminosa* pohon) adalah sangat potensial digunakan sebagai hijauan pakan sumber protein untuk ternak ruminansia di daerah tropis



(Devendra, 1992; Leng, 1997). leguminosa pohon yang mulai dimanfaatkan sebagai pakan adalah *Indigofera zollingeriana* yang merupakan tanaman leguminosa dengan genus *Indigofera* yang memiliki 700 spesies yang tersebar mulai dari benua Afrika, Asia, Australia, dan Amerika Utara. Pertumbuhan *Indigofera zollingeriana* sangat cepat, adaptif terhadap tingkat kesuburan rendah, mudah dan murah pemeliharaannya (Abdullah, 2010). Menurut Hassen *et al.*, (2007), produksi bahan kering (BK) total *Indigofera zollingeriana* adalah 21 ton/ha/tahun dan produksi bahan kering daun 5 ton/ha/tahun.

*Indigofera zollingeriana* mengandung Protein Kasar (PK) 22,30%-31,10%, *Neutral Detergent Fiber* (NDF) 18,90%-50,40%, kandungan Serat Kasar (SK) sekitar 15,25% (Abdullah, 2010). Menurut Ginting (2012), kandungan *Neutral Detergent Fiber* (NDF) dan *Acid Detergent Fiber* (ADF) pada *Indigofera zollingeriana* relatif lebih rendah dibandingkan beberapa spesies *Indigofera* lainnya. Sejalan dengan rendahnya NDF (29%) dan tingginya kandungan protein kasar (28%) pada *Indigofera zollingeriana* maka memiliki potensi besar untuk dijadikan hijauan pakan ternak. Interval defoliiasi yang tepat untuk menghasilkan kualitas *Indigofera zollingeriana* terbaik adalah pada umur 60 hari (Tarigan dkk.,2010; Abdullah & Suharlina 2010). Secara umum produksi *Indigofera zollingeriana* pada interval defoliiasi 60 hari dapat mencapai 31,2 ton/ha/thn dengan kandungan Protein Kasar (PK) sebesar 25,7% yang sebanding dengan kandungan PK pada *Indigofera arrecta* yakni 24-26% maupun PK pada berbagai jenis leguminosa, misalnya *Leucaena leucocephala* (24,9%); *Sesbania sesban* (21,4 - 23,8%), *Gliricidia sepium* (25,4%) ataupun *Calliandra calothyrsus* (21,2%) dan kecernaan bahan kering sebesar 77,13% (Tarigan dkk., 2010).

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Biomassa *Indigofera zollingeriana* mengandung Protein Kasar (PK) 20,47%-27,60%; Serat Kasar (SK) 10,97%-21,40%; *Neutral Detergent Fiber* (NDF) 49,40%-59,97%; *Acid Detergent Fiber* (ADF) 26,23%-37,82 dan memiliki pencernaan Bahan Organik (BO) berkisar 55,80%-71,70% (Abdullah, 2010 ; Abdullah & Suharlina, 2010). *Indigofera zollingeriana* mengandung NDF 35,9% dan ADF 25,1% (Ali *et al.*, 2014). Menurut Abdullah (2010), tepung daun *Indigofera zollingeriana* mengandung PK 22,30%-31,10%; NDF 18,90%-50,40%; kandungan SK 15,25% dan pencernaan *in-vitro* bahan organiknya berkisar 55,80%-71,70%. Gambar *Indigofera zollingeriana* dapat dilihat pada Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1. *Indigofera zollingeriana*  
 Sumber : dokumentasi penelitian (2017)

Tarigan & Ginting (2011) melaporkan bahwa *Indigofera zollingeriana* dapat digunakan sebagai bahan pakan sumber protein dengan kandungan senyawa sekunder berupa total *fenol* (8,9 g/kg BK), total *tannin* (0,8 g/kg BK) dan *condensed tanin* (0,5 g/kg BK) tergolong sangat rendah. Kandungan PK *Indigofera zollingeriana* tergolong tinggi (25,8%), sedangkan kandungan NDF (35,07%) dan ADF (23,72%) tergolong rendah. Penyertaan *Indigofera zollingeriana* dalam ransum meningkatkan pencernaan Bahan Kering (BK), Bahan Organik (BO), Protein Kasar (PK), NDF dan ADF. Taraf penggunaan optimal



dalam ransum berbasis rumput yang berkualitas rendah untuk kambing sedang tumbuh berkisar antara 30-40%.

### 2.3. Pakan

Pakan berfungsi untuk memenuhi kebutuhan ternak baik untuk hidup pokok, pertumbuhan, reproduksi dan produksi. Tiga faktor penting dalam kaitan penyediaan pakan bagi ternak adalah ketersediaan pakan harus dalam jumlah yang cukup, mengandung nutrisi dan protein yang baik. Ketersediaan hijauan umumnya berfluktuasi mengikuti pola musim, dimana produksi hijauan melimpah dimusim hujan dan sebaliknya terbatas di musim kemarau (Lado, 2007).

Pakan merupakan setiap bahan yang dapat dimakan, disukai, dicerna dan tidak membahayakan bagi kesehatan ternak. Agar bahan dapat disebut dengan pakan maka harus memenuhi persyaratan tersebut. Pakan adalah bahan yang dapat dimakan, dicerna dan diserap baik secara keseluruhan atau sebagian dan tidak menimbulkan keracunan atau tidak mengganggu kesehatan ternak yang mengkonsumsinya (Kamal, 1998 dalam Subekti, 2009). Ransum adalah campuran dari beberapa bahan pakan yang disusun untuk memenuhi kebutuhan ternak dalam waktu 24 jam sehingga zat gizi yang dikandungnya seimbang sesuai kebutuhan ternak (Indah dan Sobri, 2001). Bahan-bahan pakan yang diberikan untuk ternak dapat dibedakan menjadi pakan asal tanaman dan pakan asal hewan. Bahan pakan asal hewan seperti tepung ikan, tepung tulang, tepung daging, tepung darah, tepung bulu dan tepung udang. Bahan-bahan asal tanaman seperti hijauan dan biji-bijian. Adapun komposisi nutrisi bahan pakan yang di gunakan dapat dilihat pada Tabel 2.1. di bawah ini.

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Tabel 2.1. Komposisi kandungan nutrisi bahan pakan

Bahan Pakan	PK (%)	SK (%)	LK (%)	P (%)	Ca (%)	ME (Kkal)
Dedak Padi*	6,294	2,012	7,507	0,011	0,089	1630
Jagung Kuning*	7,174	3,948	3,553	0,009	0,026	3299
Konsentrat *	39,09	2,514	5,064	0,628	0,628	2641
<i>Indigofera Z**</i>	27,90	15,25	9,960	0,220	0,180	1700

Sumber : \*Analisis Lab. Nutrisi Ikan UNRI (2015)

\*\*Hasil penelitian Hassen *et al.*, (2007)

#### 2.4. Pellet

Menurut Hartadi *et al.*, (1990) pelet dikenal sebagai bentuk massa dari bahan pakan atau ransum yang dibentuk dengan cara menekan dan memadatkan melalui lubang cetakan secara mekanis. Proses pembuatan pelet dibagi menjadi tiga tahap, yaitu: 1) pengolahan pendahuluan meliputi pencacahan, pengeringan, dan penggilingan, 2) pembuatan pelet meliputi pencetakan, pendinginan, dan pengeringan, dan 3) perlakuan akhir meliputi sortasi, pengepakan dan pengudangan. Tujuan pembuatan pakan dalam bentuk pelet adalah untuk meringkas volume bahan, sehingga mudah dalam proses pemindahan, dan menurunkan biaya pengangkutan (Tjokroadikoesoemo, 1986). Ada beberapa faktor yang menentukan kualitas pelet yang dihasilkan, yaitu bahan baku, proses variabel, sistem variabel dan perubahan fungsi pakan pada saat pembuatan pelet.

Menurut Ichwan (2003) menyatakan bahwa manfaat pembuatan dalam bentuk *pellet* ini dapat meningkatkan selera makan ayam, dan setiap butiran *pellet* mengandung nutrisi yang sama, sehingga formula pakan menjadi efisien dan ayam tidak diberi kesempatan untuk memilih-milih makanan yang disukai. Menurut Amrullah (2004) ransum berbentuk remahan atau butiran memang dapat memperbaiki penampilan ayam yang dipelihara terutama karena dapat meningkatkan kepadatan zat makanan. Ransum berat jenisnya meningkat dan

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

lebih banyak ransum yang dapat ditampung di dalam tembolok per satuan waktu. Rasa kenyang ayam lebih banyak ditentukan oleh peregangan temboloknya. Menurut Rasyaf (2004) menyatakan bahwa ransum berbentuk *pellet* menghasilkan ayam dengan berat badan tertinggi dibandingkan ransum tepung komplit. Ransum berbentuk campuran antara butiran dengan *mash* (butiran pecah) mempunyai konversi pakan terbaik. Ransum berbentuk *pellet* ini hanya digunakan untuk ayam broiler masa akhir, yaitu *pellet* dengan ukuran garis tengah 3,2 mm.

Menurut Ichwan (2003) menyatakan bahwa adapun kelebihan pakan berbentuk *pellet* adalah sebagai berikut: meningkatkan selera makan ayam, mengurangi pemborosan pakan akibat tumpah atau terbuang dapat ditekan, mengefesienkan formula pakan, karena setiap butiran *pellet* mengandung nutrisi yang sama. Menurut Amrumlah (2004) menyatakan bahwa penyajian dalam bentuk *pellet* dari ransum yang mengandung serat kasar tinggi lebih memperlihatkan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan menyajikan ransum berbentuk *pellet* yang kadar serat kasarnya rendah, pakan yang berbentuk *pellet* akan menghemat waktu yang diperlukan ayam untuk makan. Kendati banyak bergantung pada kepadatan ransum, kalau diperlukan 1 jam untuk menghabiskan sejumlah ransum *pellet*, maka untuk bobot yang sama ransum bentuk butiran akan memerlukan waktu selama 1,8 jam sampai 2,1 jam untuk ransum *pellet* yang dihancurkan ulang dan 2,4 jam untuk ransum berbentuk tepung.

## 2.5. Bahan Perekat

Perekat merupakan suatu bahan yang mempunyai fungsi mengikat komponen pakan sehingga strukturnya tetap kompak tidak mudah hancur dan



mudah dibentuk pada proses pembuatannya (Raharjo, 1997). Beberapa hal yang harus diperhatikan dalam memilih bahan perekat adalah ketersediaan bahan dan harganya, mempunyai daya rekat yang tinggi, mudah dicerna oleh mikroorganisme, dapat bersatu dengan bahan-bahan ransum lainnya dan tidak mengandung racun (Soeprono, 1986). Bahan perekat yang biasa digunakan antara lain tepung sagu, tepung kanji, tepung terigu, agar-agar dan tepung tapioka (Sahwan, 1999).

Penggunaan bahan perekat pada ransum dapat mempertahankan nilai sifat fisik *crumble* hingga ke tingkat konsumen, sehingga perlu dicari bahan perekat alternatif yang berharga murah, ketersediaannya banyak, mempunyai daya rekat yang tinggi, mudah dicerna oleh organisme, dapat bersatu dengan bahan-bahan ransum lainnya dan tidak mengandung racun. Ubi kayu merupakan umbi-umbian yang banyak mengandung pati dan ketersediaannya cukup banyak, selain itu harganya relatif murah.

Ubi kayu dapat diolah menjadi tapioka dan onggok (Supriyati dan Kompiani, 2002). Hasil penelitian Dewi (2010) menunjukkan bahwa penambahan 4% tepung tapioka dan penyemprotan 5% air panas menghasilkan komposisi *pellet* yang optimum. Onggok merupakan hasil sampingan industri tapioka yang berbentuk padat, kandungan pati onggok adalah sekitar 69,9%. Onggok sangat potensial untuk dijadikan sebagai bahan perekat. Onggok sebagai bahan perekat pada pembuatan *pellet* dengan taraf 2% dapat menghasilkan *pellet* yang kokoh (Retnani dkk., 2010).

#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkannya dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 2.6. Pengujian Sifat Fisik

### 2.6.1. Berat Jenis

Berat jenis merupakan perbandingan antara berat bahan terhadap volumenya dengan satuan  $\text{kg/m}^3$  atau  $\text{gr/cm}^3$ . Menurut Khalil (1999a) BJ memegang peranan penting dalam berbagai proses pengolahan, penanganan dan penyimpanan. Pertama berat jenis merupakan faktor penentu dari kerapatan tumpukan. Kedua, berat jenis memberikan pengaruh besar terhadap daya ambang dari partikel. Ketiga, berat jenis dengan ukuran partikel bertanggung jawab terhadap homogenitas penyebaran partikel dan stabilitasnya dalam suatu campuran pakan. Ransum yang terdiri dari partikel yang perbedaan berat jenisnya besar, maka campuran ini tidak stabil dan cenderung mudah terpisah kembali. Keempat, berat jenis sangat menentukan tingkat ketelitian dalam proses penakaran secara otomatis dalam pabrik pakan, seperti dalam proses pengemasan dan pengeluaran bahan dari silo untuk dicampur (Kling dan Wohlbier, 1983).

Suadnyana (1998) menyatakan bahwa adanya variasi dalam nilai berat jenis dipengaruhi oleh kandungan nutrisi bahan pakan, distribusi ukuran partikel dan karakteristik ukuran partikel. Menurut Gautama (1998), berat jenis tidak berbeda nyata terhadap perbedaan ukuran partikel karena ruang antar partikel bahan yang terisi oleh aquades dalam pengukuran berat jenis. Nilai berat jenis jagung dan hijauan menurut Gautama (1998) dan Soesarsono (1988) adalah 1,312-1,330  $\text{kg/m}^3$  dan hijauan jauh lebih rendah 447,6-500  $\text{kg/m}^3$  yaitu 1,023-1,363  $\text{kg/m}^3$ .

Berat jenis diukur dengan menggunakan prinsip Hukum Archimedes, yaitu suatu benda di dalam fluida, baik sebagian ataupun seluruhnya akan memperoleh

gaya Archimedes sebesar fluida yang dipindahkan dan arahnya ke atas (Khalil, 1999a). Berat jenis bersama dengan ukuran partikel berpengaruh terhadap homogenitas penyebaran partikel dan stabilitasnya dalam suatu campuran pakan. Berat jenis yang tinggi akan meningkatkan kapasitas ruang penyimpanan (Syarifudin, 2001).

### 2.6.2. Ketahanan Benturan

Menurut Balagopalan *et al.*, (1988) ketahanan pelet terhadap gesekan dapat diuji dengan menggunakan *Cochrane Test*, yaitu dengan cara memasukkan pellet yang telah diketahui beratnya ke dalam sebuah drum logam yang kemudian diputar dengan kecepatan tetap selama satuan waktu. Adanya kandungan serat yang tinggi dalam bahan dapat menyebabkan pelet yang dihasilkan mudah patah. Faktor lain yang mempengaruhi durabilitas pelet adalah diameter pelet. Pelet yang memiliki diameter 3 mm lebih mudah patah dibanding dengan pelet yang berdiameter 6 mm (Thomas dan Van der Poel, 1996).

Uji ketahanan benturan dengan menggunakan metode *Shatter Test* digunakan untuk mengetahui ketahanan pelet terhadap benturan atau tumbukan pada saat pengepakan atau proses pengangkutan. Uji ini dilakukan dengan menjatuhkan sejumlah sampel pelet di dalam kotak diatas lempeng besi (Balagopalan *et al.*, 1988).

### 2.6.3. Kerapatan Tumpukan

Kerapatan tumpukan diukur dengan cara mencurahkan bahan ke dalam gelas ukur dengan menggunakan corong dan sendok teh sampai volume 100 ml.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengummumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



#### Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Gelas ukur yang telah berisi bahan ditimbang. Perhitungan kerapatan tumpukan adalah dengan cara membagi berat bahan dengan volume ruang yang ditempatinya (gram/ml). Kerapatan tumpukan adalah perbandingan antara berat bahan dengan volume ruang yang ditempatinya dan satuannya adalah  $\text{kg/m}^3$ . Kerapatan tumpukan memiliki pengaruh terhadap daya campur dan ketelitian penakaran secara otomatis seperti halnya dengan berat jenis. Sifat fisik ini memegang peranan penting dalam memperhitungkan volume ruang yang dibutuhkan suatu bahan dengan berat jenis tertentu seperti pada pengisian alat pencampur, *elevator*, dan *silo*. Nilai kerapatan tumpukan menunjukkan porositas dari bahan, yaitu jumlah rongga udara yang terdapat diantara partikel- partikel bahan (Khalil, 1999).

Kerapatan tumpukan penting diketahui dalam merencanakan suatu gudang penyimpanan dan volume alat pengolahan (Syarief dan Irawati, 1993). Kerapatan tumpukan memegang peranan penting dalam memperhitungkan volume ruang yang dibutuhkan suatu bahan dengan berat tertentu, misalnya pengisian silo, *elevator*, dan ketelitian penakaran secara otomatis (Khalil, 1999). Kerapatan tumpukan berpengaruh terhadap daya campur dan ketelitian penakaran secara otomatis, sebagaimana halnya berat jenis (Kling and Wohlebier, 1983 dalam Khalil, 1999a).

Khalil (1999a) menyebutkan bahwa bahan yang mempunyai kerapatan tumpukan rendah ( $<450 \text{ kg/m}^3$ ) membutuhkan waktu mengalir dengan arah vertikal lebih lama sebaliknya dengan bahan yang mempunyai kerapatan tumpukan yang lebih besar ( $>500 \text{ kg/m}^3$ ). Sing dan Heldman (1984) melaporkan bahwa nilai kerapatan tumpukan berbanding lurus dengan laju alir pakan, semakin

**Hak Cipta Diindungi Undang-Undang**

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tinggi kerapatan tumpukan maka laju alir pakan semakin meningkat produsen lebih memilih bahan dengan kerapatan tumpukan tinggi apabila melakukan pengiriman jarak jauh karena dapat menghemat pengeluaran biaya pengemasan dan penyimpanan bahan.

**2.6.4. Sudut Tumpukan**

Sudut tumpukan adalah sudut yang dibentuk oleh bahan pakan diarahkan pada bidang datar. Tumpukan akan terbentuk bila bahan dicurahkan pada bidang datar melalui sebuah corong serta mengukur kriteria kebebasan bergerak dari partikel pada sudut tumpukan bahan (Geldart *et al.*, 1990). Sudut tumpukan merupakan kriteria kebebasan bergerak pakan dalam tumpukan.

Sudut tumpukan berperan antara lain dalam menentukan *flowability* (kemampuan mengalir suatu bahan, efisiensi pada pengangkutan atau pemindahan secara mekanik, ketepatan dalam penimbangan dan kerapatan kepadatan tumpukan (Thomson, 1984). Sudarmadji (1997) menyatakan bahwa sudut tumpukan antara 30-39° termasuk ke dalam kelompok sedang, dimana sifat kemudahan bahan pakan dalam penanganan atas dasar pengangkutan sedang. Klasifikasi aliran bahan berdasarkan sudut tumpukan dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2. Klasifikasi aliran bahan berdasarkan sudut tumpukan

Sudut Tumpukan	Aliran
20 - 30 <sup>0</sup>	Sangat mudah mengalir
30 - 38 <sup>0</sup>	Mudah mengalir
38 - 45 <sup>0</sup>	Mengalir
45 - 55 <sup>0</sup>	Sulit mengalir
> 55 <sup>0</sup>	Sangat Sulit mengalir

Sumber: Fasina dan Sokhansanj (1993)

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

### 2.6.5. Kerapatan Pemadatan Tumpukan

Kerapatan pemadatan tumpukan adalah merupakan perbandingan berat bahan terhadap volume ruang yang ditempatinya setelah mengalami proses pemadatan seperti guncangan. Kerapatan pemadatan tumpukan dan kerapatan tumpukan mempunyai hubungan yang sangat erat, berperan dalam pencampuran bahan serta, nilainya menurun dengan semakin tingginya kandungan air (Giger-Reverdin *et al.*, 2000).

Kerapatan pemadatan tumpukan dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran partikel bahan pakan (Gautama, 1998). Kerapatan pemadatan tumpukan yang tinggi berarti bahan memiliki kemampuan memadat yang tinggi dibandingkan dengan bahan yang lain. Semakin rendah kerapatan pemadatan tumpukan yang dihasilkan maka laju alir semakin menurun (Rikmawati, 2005).

Kerapatan pemadatan tumpukan hampir sama dengan kerapatan tumpukan, menurut Khalil (1999a) kerapatan tumpukan dilakukan dengan menuang bahan ke dalam wadah bervolume tertentu secara perlahan, sedangkan kerapatan pemadatan tumpukan dilakukan penggoyangan dahulu agar bahan menjadi mampat dan volume yang ditempatinya menjadi konstan.