

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Deskripsi Limbah Sayuran

Menurut Apriadji (1990), limbah atau sampah merupakan zat-zat atau bahan-bahan yang sudah tidak terpakai lagi. Hadiwiyoto (1983), mengelompokkan sampah atau limbah berdasarkan beberapa faktor yaitu menurut bentuk dan sifatnya. Berdasarkan bentuknya, sampah dibedakan menjadi sampah padat, cair dan gas. Berdasarkan sifatnya, sampah dibedakan menjadi sampah yang mengandung senyawa organik yang berasal dari tanaman, hewan dan mikroba dan sampah anorganik yaitu *garbage* (bahan yang mudah membusuk) dan *rubbish* (bahan yang tidak mudah membusuk). Salah satu sampah atau limbah yang banyak terdapat di sekitar kota adalah limbah pasar. Limbah pasar merupakan bahan-bahan hasil sampingan dari kegiatan manusia yang berada di pasar dan banyak mengandung bahan organik.

Limbah sayuran pasar berpotensi sebagai bahan pakan ternak, akan tetapi limbah tersebut sebagian besar mempunyai kecenderungan mudah mengalami pembusukan dan kerusakan, sehingga perlu dilakukan pengolahan untuk memperpanjang masa simpan serta untuk menekan efek anti nutrisi yang umumnya berupa alkaloid. Dengan teknologi pakan, limbah sayuran dapat diolah menjadi bahan pakan dalam bentuk seperti tepung dan silase yang dapat

digunakan sebagai pakan ternak. Bahkan ada teknologi pakan yang lebih canggih lagi yaitu dalam bentuk wafer dan biskuit pakan. Manfaat dari teknologi pakan antara lain dapat meningkatkan kualitas nutrisi limbah sebagai pakan, serta dapat disimpan dalam kurun waktu yang cukup lama sebagai cadangan pakan ternak saat kondisi sulit mendapatkan pakan hijauan (Saenab, 2010).

Sampah pasar yang banyak mengandung bahan organik adalah sampah-sampah hasil pertanian seperti sayuran, buah-buahan dan daun-daunan serta dari hasil perikanan dan peternakan. Limbah sayuran adalah bagian dari sayuran atau sayuran yang sudah tidak dapat digunakan atau dibuang. Limbah buah-buahan terdiri dari limbah buah semangka, melon, pepaya, jeruk, nenas dan lain-lain sedangkan limbah sayuran terdiri dari limbah daun bawang, seledri, sawi hijau, sawi putih, kol, limbah kecambah kacang hijau, klobot jagung, daun kembang kol dan masih banyak lagi limbah-limbah sayuran lainnya. Namun yang lebih berpeluang digunakan sebagai bahan pengganti hijauan untuk pakan ternak adalah limbah sayuran karena selain ketersediaannya yang melimpah, limbah sayuran juga memiliki kadar air yang relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan limbah buah-buahan sehingga jika limbah sayuran dipergunakan sebagai bahan baku untuk pakan ternak maka bahan pakan tersebut akan relatif tahan lama atau tidak mudah busuk (Hadiwiyoto, 1983)

Menurut Anonim (2011), Jenis limbah sawi yang banyak di pasaran yaitu limbah sawi hijau/caisim dan sawi putih. Sawi memiliki kadar air yang cukup tinggi, mencapai lebih dari 95%, sehingga umumnya sawi cenderung lebih mudah untuk diolah menjadi asinan. Jika akan diolah menjadi silase, terlebih dahulu sawi harus

dilayukan/dijemur atau dikering-anginkan untuk mengurangi kadar airnya. Nilai energy dan protein kedua jenis sawi ini setelah ditepungkan hampir sama, berada pada kisaran 3200 – 3400 kcal/kg dan 25 – 32 g/100g. Limbah kol yang didapatkan di pasar, merupakan bagian kol hasil penyiangan. Limbah kol termasuk sayuran dengan kadar air tinggi (> 90%) sehingga mudah mengalami pembusukan/kerusakan. Daun kembang kol merupakan bagian sayuran yang umumnya tidak dimanfaatkan untuk konsumsi manusia. Meski demikian, hasil analisa menunjukkan bahwa tepung daun kembang kol mempunyai kadar protein yang cukup tinggi, yaitu 25,18 g/100g dan kandungan energi metabolis sebesar 3523 kcal/kg.

Tabel 1. Komposisi beberapa jenis limbah sayuran

Jenis sayuran	Bahan kering (g)	Kalori	Protein (g)	Lemak (g)	Serat (g)	Kapur (mg)	Besi (mg)	Abu (%)	Karbohidrat (g)	Air (g)
Bayam <sup>2</sup>	15,20	43	5,20	tad	1,00	340	4,1	tad	6,5	86,9
Kangkung <sup>2</sup>	10,00	30	2,70	tad	1,10	60	2,5	tad	tad	tad
Kubis <sup>2</sup>	7,00	22	1,60	tad	0,80	55	0,8	tad	tad	tad
Sawi putih <sup>2</sup>	5,80	17	1,70	tad	0,70	100	2,6	tad	tad	tad
Kecambah kacang hijau <sup>2</sup>	tad	23	2,90	0,20	tad	tad	tad	tad	4,1	92,4
Daun kangkung <sup>2</sup>	23,80	tad	8,93	1,03	3,19	tad	tad	1,82	tad	tad
Daun singkong <sup>1</sup>	tad	tad	tad	tad	tad	tad	tad	1,77	tad	tad
Daun kembang kol	tad	3890	31,77	tad	13,77	tad	tad	19,93	tad	tad
Kulit jagung	tad	4351	1,94	tad	34,15	tad	tad	2,97	tad	tad

tad = tidak ada data

Sumber: <sup>1</sup>MANSY (2002); <sup>2</sup>TRUBUS (1999)

Menurut hasil penelitian, diketahui bahwa sampah yang sering dianggap lebih banyak menyebabkan masalah karena mencemari lingkungan ternyata juga banyak mengandung mineral, nitrogen, fosfat, kalium serta B-12. Vitamin B-12

terkandung dalam sampah karena adanya sejenis bakteri yang dapat memfermentasikan sampah dan mensintesa vitamin B-12. Unsur-unsur tersebut di atas merupakan unsur yang sangat diperlukan untuk ternak. Sebagai pakan pendukung, tentu saja sampah, tersebut akan lebih aman digunakan sebagai pakan apabila di proses terlebih dahulu, misalnya dengan cara pengeringan atau fermentasi (Widyawati dan Widalestari, 1996).

### 2.1.1. Kentang

Tabel 2. Kandungan nutrisi kentang

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah /100g
1	Energi (kcal)	77,00
2	Protein (g)	2,00
3	Lemak (g)	0,10
4	Karbohidrat (g)	19,00
5	Air (g)	75,00
6	Serat Kasar (g)	2,20
7	Pati (g)	15,00
8	Thiamin (mg)	0,08
9	Kalium (mg)	421,00

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *dalam* Jamrianti (2007)

Kentang merupakan sayuran batang yang kaya akan karbohidrat dan mineral, namun memiliki kandungan protein dan kandungan provitamin A yang rendah.

Kentang merupakan satu-satunya sayuran umbi yang kaya akan vitamin

C. mengkonsumsi sekitar 100 gram kentang, maka hampir sebagian dari kebutuhan vitamin C harian telah terpenuhi. Akan tetapi, tingginya kandungan vitamin C ini juga menyebabkan kentang sangat mudah mengalami pencoklatan (*browning*).

Kentang juga memiliki tekstur yang mudah dicerna sehingga sangat baik bagi yang memerlukan asupan energi (Zulkarnain, 2013).

### 2.1.2. Tomat

Buah tomat matang merupakan sumber vitamin A dan C yang potensial.

Kandungan kedua vitamin ini meningkat seiring dengan matangnya buah. Pada tanaman yang tumbuh dibawah kondisi intensitas cahaya rendah, kandungan asam askorbatnya juga rendah (Zulkarnain,2013).

Tabel 3. Kandungan nutrisi tomat

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g
1	Karbohidrat (g)	4,20
2	Protein (g)	1,00
3	Lemak (g)	0,30
4	Kalsium (mg)	5,00
5	Fosfor (mg)	27,00

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *dalam* Jamrianti (2007)

### 2.1.3. Sawi

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa *brassinin* yang dikandung oleh sawi dapat membantu mencegah timbulnya tumor. Ditambah dengan *indoles* dan *isothiocynate* sawi bermanfaat untuk menyehatkan mata dan mengendalikan kadar kolesterol di dalam darah sehingga mengkonsumsi sawi dapat menghindari serangan jantung (Zulkarnain, 2013)

Tabel 4. Kandungan nutrisi sawi

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah /100g
1	Energi (kal)	22,00
2	Protein (g)	2,30
3	Lemak (g)	0,30
4	Karbohidrat (g)	4,00
5	Serat Kasar (g)	1,20
6	Kalsium (mg)	220,50
7	Fosfor (mg)	38,40

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *dalam* Jamrianti (2007)

#### 2.1.4. Wortel

Wortel merupakan tanaman sayur yang ditanam sepanjang tahun. Ketika musim panen tiba wortel yang tidak laku dijual, petani menjadikan sebagai pakan ternak dan bahkan membiarkan membusuk di ladang. Untuk itu perlu suatu alternatif pemanfaatan wortel menjadi suatu produk olahan lain selain digunakan menjadi sayur juga bisa digunakan sebagai pakan ternak.

Tabel 5. Kandungan nutrisi wortel

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g
1	Energi (kcal)	41,00
2	Protein (g)	1,00
3	Lemak (g)	0,20
4	Karbohidrat (g)	9,00
5	Serat Kasar (g)	3,00
6	Pati (g)	5,00
7	Kalsium (mg)	33,00
8	Magnesium (mg)	18,00

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *dalam* Jamrianti (2007)

### 2.1.5. Kembang Kol

Kembang kol merupakan salah satu jenis bunga yang umum dijadikan sayuran. Terdapat beberapa jenis kembang kol yaitu kembang kol yang berwarna hijau, ungu, oranye dan *romanesco*, ketiga jenis kembang kol tersebut memiliki kandungan nutrisi yang hampir sama, hanya terdapat perbedaan warna pada daunnya.

Tabel 6. Kandungan nutrisi kembang kol

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g
1	Energi (kcal)	25,00
2	Protein (g)	1,92
3	Lemak (g)	0,28
4	Karbohidrat (g)	4,97
5	Serat Kasar (g)	2,00
6	Kalium (mg)	229,00

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *dalam* Jamrianti (2007)

### 2.1.6. Ubi Jalar

Ubi jalar dengan masa panen 4 bulan dapat menghasilkan produk lebih dari 30 ton/Ha, tergantung dari bibit, sifat tanah dan pemeliharaannya. Walaupun saat ini rata-rata produktivitas ubi jalar nasional baru mencapai 12 ton/Ha, tetapi jumlah ini masih lebih besar, jika kita bandingkan dengan produktivitas padi ( $\pm$  4.5 ton/ha) (Jamrianti, 2007).

Tabel 7. Kandungan nutrisi ubi jalar

No.	Kandungan nutrisi	Banyaknya dalam 100g			
		Ubi Putih	Ubi Merah	Ubi Kuning	Daun
1	Kalori (kal)	123,00	123,00	136,00	47,00
2	Protein (g)	1,80	1,80	1,10	2,80
3	Lemak (g)	0,70	0,70	0,40	0,40
4	Karbohidrat (g)	27,90	27,90	32,30	10,40
5	Air (g)	68,50	68,50	-	84,70
6	Serat Kasar (g)	0,90	1,20	1,40	-
7	Kadar Gula (Pati)	0,40	0,40	0,30	-
8	Beta Karoten (mg)	31,20	174,,20	-	-

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *dalam* Jamrianti (2007)

### 2.1.7. Labu Siam

Labu siam (*Sechium edule*) adalah tanaman sayuran yang tumbuh merambat dan bisa tumbuh merambat ke atas. Tanaman ini memiliki bentuk buah bulat memanjang dan memiliki daun yang permukaannya berbulu.

Tabel 8. Kandungan nutrisi labu siam

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g
1	Energi (kcal)	26,00
2	Protein (g)	0,60
3	Lemak (g)	0,10
4	Karbohidrat (g)	6,70
5	Serat Kasar (g)	3,00
6	Pati (g)	5,00
7	Kalsium (mg)	33,00
8	Magnesium (mg)	18,00

Sumber : Direktorat Gizi Depkes RI (1981) *dalam* Jamrianti (2007)



## 2.2. Deskripsi Wafer

Wafer merupakan suatu bahan yang mempunyai dimensi (panjang, lebar, dan tinggi) dengan komposisi terdiri dari beberapa serat yang sama atau seragam (ASAE, 1994). Wafer adalah salah satu bentuk pakan ternak yang merupakan modifikasi bentuk cube, dalam proses pembuatannya mengalami proses pencampuran (homogenisasi), pemadatan dengan tekanan dan pemanasan dalam suhu tertentu. Bahan baku yang digunakan terdiri dari sumber serat yaitu hijauan dan konsentrat dengan komposisi yang disusun berdasarkan kebutuhan nutrisi ternak dan dalam proses pembuatannya mengalami pemadatan dengan tekanan 12 kg/cm<sup>2</sup> dan pemanasan pada suhu 120°C selama 10 menit (Noviagama, 2002)

Menurut Winarno (1997) tekanan dan pemanasan tersebut menyebabkan terjadinya reaksi *Maillard* yang mengakibatkan wafer yang dihasilkan beraroma harum khas karamel. Prinsip pembuatan wafer mengikuti prinsip pembuatan papan partikel. Proses pembuatan wafer membutuhkan perekat yang mampu mengikat partikel-partikel bahan sehingga dihasilkan wafer yang kompak dan padat sesuai dengan densitas yang diinginkan. Menurut Sutigno (1994), perekat adalah suatu bahan yang dapat menahan dua buah benda berdasarkan ikatan permukaan.

Adapun keuntungan wafer menurut Trisyulianti (1998) adalah : (1) kualitas nutrisi lengkap, (2) bahan baku bukan hanya dari hijauan makanan ternak seperti rumput dan legum, tetapi juga dapat memanfaatkan limbah pertanian, perkebunan, atau limbah pabrik pangan, (3) tidak mudah rusak oleh faktor biologis karena mempunyai kadar air kurang dari 14%, (4) ketersediaannya berkesinambungan

karena sifatnya yang awet dapat bertahan cukup lama sehingga dapat mengantisipasi ketersediaan pakan pada musim kemarau serta dapat dibuat pada saat musim hujan ketika hasil hijauan makanan ternak dan produk pertanian melimpah, dan (5) kemudahan dalam penanganan karena bentuknya padat kompak sehingga memudahkan dalam penyimpanan dan transportasi. Beberapa penelitian telah dilakukan di Indonesia dengan tujuan mencari cara untuk memanfaatkan limbah pertanian sebagai pakan. Upaya ini meliputi penggunaan langsung dalam pakan, pengolahan untuk mempertinggi nilai pakannya, dan pengawetan agar dapat mengatasi fluktuasi penyediaan (Lebdosukoyo, 1983).

Coleman and Lawrence (2000) menjelaskan keuntungan pakan olahan adalah 1) meningkatkan densitas pakan sehingga mengurangi kelembaban, mengurangi tempat penyimpanan, menekan biaya transportasi, memudahkan penanganan dan penyajian pakan; 2) densitas yang tinggi akan meningkatkan konsumsi pakan dan mengurangi pakan yang tercecer; 3) mencegah “de-mixing” yaitu peruraian kembali komponen penyusun pakan sehingga konsumsi pakan sesuai dengan kebutuhan standar.

Coleman and Lawrence (2000) menambahkan bahwa kelemahan dari pakan olahan dalam hal ini wafer antara lain adalah 1) pemberian kepada ternak harus disesuaikan dengan kebutuhan agar ternak tidak mengalami kelebihan berat badan maupun gangguan pencernaan; 2) gudang penyimpanan wafer memerlukan area dan penanganan khusus untuk menghindari kelembaban udara; 3) pengolahan bahan pakan menjadi wafer membutuhkan biaya tambahan yang akan mempengaruhi biaya produksi.

### 2.3. Deskripsi Kualitas Fisik Wafer

Furqaanida, 2004, kerapatan menentukan bentuk fisik dari wafer ransum komplit yang dihasilkan dan menunjukkan kepadatan wafer ransum komplit dalam teknik pembuatannya.

Kerusakan bahan pakan dapat disebabkan oleh faktor-faktor sebagai berikut: pertumbuhan dan aktivitas mikroba terutama bakteri, ragi dan kapang; aktivitas-aktivitas enzim di dalam bahan pakan; serangga, parasit dan tikus; suhu termasuk suhu pemanasan dan pendinginan; kadar air, udara; dan jangka waktu penyimpanan. Kadar air pada permukaan bahan pakan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (RH) udara di sekitarnya. Bila kadar air bahan rendah, RH di sekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi lembab atau kadar air menjadi lebih tinggi. (Winarno dkk., 1980).

Prinsip pembuatan wafer mengikuti prinsip pembuatan papan partikel. Sifat fisik merupakan bagian dari karakteristik mutu yang berhubungan dengan nilai kepuasan konsumen terhadap bahan. Sifat-sifat bahan serta perubahan-perubahan yang terjadi pada pakan dapat digunakan untuk menilai dan menentukan mutu pakan, selain itu pengetahuan tentang sifat fisik digunakan juga untuk menentukan keefisien suatu proses penanganan, pengolahan dan penyimpanan (Muchtadi dan Sugiono, 1989).

Menurut Winarno (1997), tekanan dan pemanasan tersebut menyebabkan terjadinya reaksi Maillard yang mengakibatkan wafer yang dihasilkan beraroma harum khas karamel. Prinsip pembuatan wafer mengikuti prinsip pembuatan papan partikel. Proses pembuatan wafer membutuhkan perekat yang mampu

mengikat partikel-partikel bahan sehingga dihasilkan wafer yang kompak dan padat sesuai dengan densitas yang diinginkan.

Kerapatan adalah suatu ukuran kekompakan dari partikel dalam lembaran dan sangat tergantung pada kerapatan bahan baku yang digunakan dan besarnya tekanan kempa yang diberikan selama proses pembuatan lembaran. Wafer pakan yang mempunyai kerapatan tinggi akan memberikan tekstur yang padat dan keras sehingga mudah dalam penanganan baik penyimpanan maupun goncangan pada saat transportasi dan diperkirakan akan lebih lama dalam penyimpanan (Trisyulianti, 1998), sebaliknya pakan yang memiliki kerapatan rendah akan memperlihatkan bentuk wafer pakan yang tidak terlalu padat dan tekstur yang lebih lunak serta porous (berongga), sehingga diperkirakan hanya dapat bertahan dalam penyimpanan beberapa waktu saja. Menurut Jayusmar (2000), wafer dengan nilai kerapatan yang tinggi tidak begitu disukai oleh ternak, karena terlalu padat sehingga ternak sulit untuk mengkonsumsinya. Pernyataan tersebut juga didukung oleh Elita (2002) yang menyatakan bahwa pada umumnya ternak tidak menyukai pakan yang terlalu keras atau memiliki kerapatan tinggi, namun ternak lebih memilih pakan yang lebih remah.

#### **2.4. Deskripsi Kadar Air dan Jamur**

Trisyulianti (1998) menyatakan, wafer dengan kemampuan daya serap air tinggi akan berakibat terjadinya pengembangan tebal yang tinggi pula, karena semakin banyak volume air hasil penyerapan yang tersimpan dalam wafer akan diikuti dengan peningkatan perubahan muai wafer. Daya serap air berbanding terbalik

dengan kerapatan. Semakin tinggi kerapatan wafer menyebabkan kemampuan daya serap air yang lebih rendah.

Kadar air suatu bahan dapat diukur dengan berbagai cara. Metode pengukuran yang umum dilakukan di laboratorium adalah dengan pemanasan di dalam oven atau dengan cara destilasi. Kadar air bahan merupakan pengukuran jumlah air total yang terkandung dalam bahan pakan, tanpa memperlihatkan kondisi atau derajat keterikatan air (Syarief dan Halid, 1993). Menurut Trisyulianti dkk., (2003), aktivitas mikroorganisme dapat ditekan pada kadar air 12%-14%, sehingga bahan pakan tidak mudah berjamur dan membusuk. Kondisi penyimpanan kemungkinan akan meningkatkan kadar air. Hal ini terjadi akibat adanya pengaruh dari kelembaban, dan suhu lingkungan tempat penyimpanan.

Kadar air wafer adalah jumlah air yang masih tertinggal di dalam rongga sel, rongga intraseluler dan antar partikel selama proses pengerasan perekat dengan kempa panas (Trisyulianti dkk., 2001). Kadar air wafer dengan kandungan bahan yang memiliki rongga lebih sedikit dibandingkan dengan wafer yang rapat, sehingga penguapan lebih lambat. Tinggi rendahnya kadar air pada wafer dapat menyebabkan penurunan kualitas bahan atau pakan akibat tumbuhnya jamur atau perkembangan bakteri (Winarno dkk., 1980).