

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Potensi Limbah Pertanian

Menurut Fahlepi (2013), sayuran merupakan komoditas penting dalam mendukung ketahanan pangan nasional. Komoditas ini memiliki keragaman yang luas dan berperan sebagai sumber karbohidrat, protein nabati, vitamin, dan mineral yang bernilai ekonomi tinggi. Produksi sayuran Indonesia meningkat setiap tahun dan konsumsinya tercatat 44 kg/kapita/tahun. Laju pertumbuhan produksi sayuran di Indonesia berkisar antara 7,7--24,2%/tahun.

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 memiliki potensi untuk menjadi alternatif hijauan pakan.

Limbah sayuran bersifat *perishable*, bulky, dan voluminous serta ketersediaannya yang melimpah (Retnani dkk. 2009).

Menurut Saenab (2010), 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.

1. Ubi Jalar

Produktivitas ubi jalar cukup tinggi dibandingkan dengan padi. Ubi jalar dengan masa panen 4 bulan dapat menghasilkan produk lebih dari 30 ton/ha, tergantung dari bibit, sifat tanah dan pemeliharannya. 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 (± 4.5 ton/ha). Selain itu, masa tanam ubi jalar juga lebih singkat dibandingkan dengan padi (Jamrianti, 2007)

Tabel 1. 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)

Tabel di atas menunjukkan ubi jalar selain sebagai sumber karbohidrat yang baik, juga sebagai sumber serat pangan dan sumber betakaroten yang baik.

2. Kentang

Kentang, (*Solanum tuberosum L.*) adalah tanaman dari suku *Solanaceae* yang memiliki umbi batang yang dapat dimakan. Kentang mengandung vitamin dan mineral, serta bermacam-macam *phytochemical*, seperti karotenoid dan polifenol. Kentang ukuran sedang 150 g dengan kulit memberikan 27 mg vitamin C (45% dari nilai harian), 620 mg potasium (18%), 0,2 mg vitamin B6 (10%) dan terdapat thiamin, riboflavin, folat, niacin, magnesium, fosfor, besi, dan seng. Isi serat kentang dengan kulit (2g) adalah setara dengan banyak roti gandum, pasta, dan sereal.

Tabel 2. Kandungan nutrisi kentang

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah /100g	No.	Kandungan nutrisi	Jumlah /100g
1	Energi (kkal)	77,00	10	Ribovlavin (mg)	0,03
2	Protein (g)	2,00	11	Niacin (mg)	1,10
3	Lemak (g)	0,10	12	Vitamin B6 (mg)	0,25
4	Karbohidrat (g)	19,00	13	Vitamin C (mg)	20,00
5	Air (g)	75,00	14	Kalsium (mg)	12,00
6	Serat Kasar (g)	2,20	15	Besi (mg)	1,80
7	Pati (g)	15,00	16	Magnesium (mg)	23,00
8	Thiamin (mg)	0,08	17	Fosfor (mg)	57,00
9	Kalium (mg)	421,00	18	Sodium (mg)	6,00

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

3. 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 3. Kandungan nutrisi kembang kol

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g	No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g
1	Energi (kkal)	25,00	7	Ribovlavin (mg)	0,06
2	Protein (g)	1,92	8	Vitamin B9 (mcg)	57,00
3	Lemak (g)	0,28	9	Vitamin C (mg)	48,20
4	Karbohidrat (g)	4,97	10	Kalsium (mg)	22,00
5	Serat Kasar (g)	2,00	11	Besi (mg)	0,42
6	Kalium (mg)	229,00	12	Magnesium (mg)	15,00

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

4. Sawi Putih

Sawi merupakan jenis sayur yang digemari oleh masyarakat Indonesia.

Konsumennya mulai dari golongan masyarakat kelas bawah hingga golongan masyarakat kelas atas. Kelebihan sawi yaitu mampu tumbuh baik di dataran rendah maupun dataran tinggi. Kandungan gizi setiap 100 g bahan yang dapat dimakan pada sawi disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kandungan nutrisi sawi

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah /100g	No.	Kandungan nutrisi	Jumlah /100g
1	Energi (kal)	22,00	8	Besi (mg)	2,90
2	Protein (g)	2,30	9	Vitamin A (SI)	969,00
3	Lemak (g)	0,30	10	Vitamin B1 (mg)	0,09
4	Karbohidrat (g)	4,00	11	Vitamin B2 (mg)	0,10
5	Serat Kasar (g)	1,20	12	Vitamin B3 (mg)	0,70
6	Kalsium (mg)	220,50	13	Vitamin C (mg)	102,00
7	Fosfor (mg)	38,40			

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

Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Selatan (2009) dalam Jamrianti (2007), produksi tanaman sawi selama periode tahun 2005 sampai tahun 2008 mengalami penurunan minus 1,44% per tahun, hal ini terjadi karena berkurangnya luas lahan. Pada tahun 2008 produksi sawi sebesar 77.147 ton, naik sebesar 2.036 ton, bila dibandingkan produksi tanaman sawi pada tahun 2007 sebesar 75.111 ton. Tanaman sawi terdapat hampir di semua daerah di Sumatera Selatan.

5. Wortel

Menurut Rukmana (1997), wortel (*Daucus carota L.*) merupakan tanaman sayuran termasuk ke dalam jenis tanaman semak, dan tumbuh baik pada musim kemarau maupun musim hujan. Tanaman wortel mempunyai struktur batang yang pendek, akar yang berakar tunggang dapat berubah bentuk menjadi bulat dan disebut dengan umbi. Umbi wortel ini tampak berwarna kuning kemerahan, yang mengandung tinggi senyawa karoten dan flavonoid yang berfungsi sebagai antioksidan.

Tanaman wortel memiliki daun majemuk bergaris dengan 4--7 tangkai daun yang berukuran panjang, tangkai daun agak tebal dan kaku namun permukaan daunnya halus. Pada bagian batangnya, berukuran sangat kecil sehingga terkadang hampir tidak terlihat. Biasanya batang wortel berdiameter 1 cm sampai 1,5 cm, memiliki tekstur yang keras, bulat dan tidak berkayu.

Tabel 5. Kandungan nutrisi wortel

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g	No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g
1	Energi (kkal)	39,00	8	Fosfor (mg)	37,00
2	Protein (g)	1,00	9	Besi (mg)	0,66
3	Lemak (g)	0,30	10	Vitamin A (mg)	805,00
4	Karbohidrat (g)	7,00	11	Vitamin B1 (mg)	0,06
5	Serat Kasar (g)	2,00	12	Vitamin B2 (mg)	0,03
6	Pati (g)	5,00	13	Vitamin B3 (mg)	1,10
7	Kalsium (mg)	31,00	14	Vitamin C (mg)	6,00
8	Magnesium (mg)	17,00	15	Beta karoten (mg)	8345,00

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

6. 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 6. Kandungan nutrisi labu siam

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g	No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g
1	Energi (kkal)	41,00	8	Fosfor (mg)	35,00
2	Protein (g)	1,00	9	Besi (mg)	0,66
3	Lemak (g)	0,20	10	Vitamin A (mg)	835,00
4	Karbohidrat (g)	9,00	11	Vitamin B1 (mg)	0,04
5	Serat Kasar (g)	3,00	12	Vitamin B2 (mg)	0,05
6	Pati (g)	5,00	13	Vitamin B3 (mg)	1,20
7	Kalsium (mg)	33,00	14	Vitamin C (mg)	7,00
8	Magnesium (mg)	18,00	15	Beta karoten (mg)	8285,00

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

7. Tomat

Tomat (*Solanum lycopersicum L.*) adalah famili dari terong-terongan (*Solanaceae*) dan keluarga dekat dari kentang (*Solanum*). Hal ini karena keduanya memiliki nama famili dan genus yang sama. Meski secara penampakan kentang sangat jauh berbeda dengan tomat, kentang berbentuk umbi sedangkan tomat berbentuk buah.

Tabel 7. Kandungan nutrisi tomat

No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g	No.	Kandungan nutrisi	Jumlah/100g
1	Karbohidrat (g)	4,20	6	Besi (mg)	0,50
2	Protein (g)	1,00	7	Vitamin A (SI)	1500,00
3	Lemak (g)	0,30	8	Vitamin B1 (mg)	60,00
4	Kalsium (mg)	5,00	9	Vitamin C (mg)	40,00
5	Fosfor (mg)	27,00			

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

B. Wafer Limbah Pertanian

Menurut Manley (2000) wafer pada awalnya terdapat pada pangan manusia yang berarti biskuit tipis dan renyah yang dipanggang diantara lempengan besi panas.

Wafer adalah jenis biskuit khusus yang membutuhkan peralatan berbeda untuk membuatnya, lembaran wafer dibentuk dengan dipanggang diantara sepasang lempengan besi panas, bentuk lapisan wafer biasanya tipis dan memiliki pola tertentu pada bagian permukaannya akibat dari tekanan lapisan besi.

Noviagama (2002) menyatakan, 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/cm² dan pemanasan pada suhu 120°C selama 10 menit.

Menurut Trisyulianti (1998), keuntungan dari wafer 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.

1. Sifat fisik wafer limbah pertanian

Muchtadi dan Sugiono (1989) menyatakan, 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 koefisien suatu proses penanganan, pengolahan dan penyimpanan.

Trisyulianti (1998) menyatakan, 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 guncangan pada saat transportasi dan diperkirakan akan lebih lama dalam penyimpanan, 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 Furqaanida (2004), kerapatan menentukan bentuk fisik dari wafer ransum komplit yang dihasilkan dan menunjukkan kepadatan wafer ransum komplit dalam teknik pembuatannya.

Menurut Winarno (1997), tekanan dan pemanasan menyebabkan terjadinya reaksi *maillard* yang mengakibatkan wafer yang dihasilkan beraroma harum khas karamel. Proses pembuatan wafer membutuhkan perekat yang mampu mengikat partikel-partikel bahan sehingga dihasilkan wafer yang kompak dan padat sesuai dengan densitas yang diinginkan.

Menurut Tomy (2008), proses pencoklatan dapat terjadi akibat vitamin C yang dapat bertindak dalam pembentukan warna coklat non-enzimatis. Asam-asam askorbat berada dalam keseimbangan dengan asam dehidroaskorbat. Dalam suasana asam, cincin lakton asam de-hidroaskorbat terurai secara *irreversible* dengan membentuk suatu senyawa diketogulonat dan kemudian berlangsunglah reaksi *Maillard* dan proses pencoklatan.

2. Kadar air wafer limbah pertanian

Syarief dan Halid (1993) menyatakan bahwa kadar air suatu bahan dapat diukur dengan berbagai cara. Metode pengukuran yang umum dilakukan di laboratorium

adalah dengan pemanasan didalam 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.

Winarno dkk. (1980) menyatakan bahwa kadar air pada permukaan bahan pakan dipengaruhi oleh kelembaban nisbi (RH) udara disekitarnya. Bila kadar air bahan rendah, RH disekitarnya tinggi, maka akan terjadi penyerapan uap air dari udara sehingga bahan menjadi lembab atau kadar air menjadi lebih tinggi.

Suhu ruang adalah besaran yang menunjukkan derajat panas pada suatu ruangan yang dapat diukur dengan termometer. Menurut KepMen Kesehatan No. 261/MenKes/SK/II/1998 suhu ruangan adalah 22° -- 26° C.

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.

3. Sebaran jamur wafer limbah pertanian

Winarno dkk. (1980) menyatakan, 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.

Menurut Trisyulianti dkk. (2003), wafer yang akan terserang jamur lebih cepat adalah yang memiliki kadar air lebih tinggi. 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.

Alexopoulos dkk. (1996) menyatakan bahwa penyebab penyakit busuk daun adalah kapang patogen *Phytophthora infestans*. Kapang dapat menyerang daun, batang, juga umbi di dalam tanah. Kapang patogen *Phytophthora infestans* bukan merupakan kapang asli tanah, namun biasa menyerang organ- organ tanaman kentang di dalam tanah dan di atas tanah (daun, batang, cabang, akar dan umbi).

Menurut Nangudin (1982), waktu penyimpanan dapat meningkatkan kadar air bahan pakan, hal ini akan menunjang pertumbuhan jamur dan akan lebih mempercepat kerusakan bahan pakan. Perbedaan jumlah koloni jamur yang terbentuk dapat pula dipengaruhi oleh faktor masa simpan dan kadar air.

Menurut Rukmana (1997), salah satu prioritas pengembangan agribisnis kentang di Indonesia adalah di Jawa Tengah (Wonosobo), namun produksinya masih rendah oleh serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) khususnya kapang patogen *Phytophthora infestans* penyebab busuk daun dan umbi.