

2. LANDASAN TEORI

2.1. Madu Secara Umum

Madu merupakan sumber energi dan bahan yang diubah menjadi lemak dan glikogen. Lebah madu memperoleh sebagian energi dari karbohidrat dalam bentuk gula (Sarwono, 2001). Madu merupakan produk yang unik dari hewan, yang mengandung persentase karbohidrat yang tinggi, praktis tidak ada protein maupun lemak. Nilai gizi dari madu sangat tergantung dari kandungan gula-gula sederhana, fruktosa, dan glukosa.

Bahan pangan yang manis tersebut bersifat kental dengan warna emas sampai gelap diproduksi di dalam kandungan madu dari berbagai jenis tawon dari berbagai nektar bunga. Rasa dan harumnya madu sangat dipengaruhi oleh jenis bunga di mana nektar dikumpulkan dari bunga.

Madu adalah nektar atau eksudat gula dari tanaman yang dikumpulkan oleh lebah madu, diolah dan disimpan dalam sarang madu dari lebah *apis mellifera* (Sarwono, 2001). Madu mempunyai sifat-sifat yang secara optis dapat memutar ke kiri (levo rotary) dan mengandung tidak lebih dari 25% kadar air, 0,25 persen abu dan 8 persen sukrosa.

2.1.1. Proses Terbentuknya Madu

“Pada dasarnya, madu adalah zat manis alami yang dihasilkan lebah dengan bahan baku nektar bunga. Nektar adalah suatu senyawa kompleks yang dihasilkan oleh kelenjar “necterifier” tanaman dalam bentuk larutan gula dengan konsentrasi yang bervariasi” (Suranto, 2004, p. 20). Sukrosa, fruktosa, dan glukosa adalah komponen utama nektar, di samping zat-zat gula lainnya dalam konsentrasi yang lebih sedikit. Di samping itu, terdapat juga zat lain dalam jumlah yang sedikit yaitu asam amino, resin, protein, garam, dan mineral.

Nektar dikumpulkan lebah pekerja dari bunga dengan cara mengisapnya memakai mulut dan *asaafagus*, lalu masuk ke perut di dalam abdomen. Sebagian air nektar diserap sel-sel dinding perut lebah dan dibuang ke luar melalui pipa *malfigi* dan poros usus. Bersama air dibuang juga asam oksalat dan turunannya,

beberapa garam mineral, dan sebagian zat aromatik yang terdapat di nektar. Zat aromatik yang tertinggal memberikan aroma khusus pada madu.

Lebah madu menghasilkan madu ketika terjadinya perubahan nektar menjadi madu yang dimulai ketika lebah pekerja membawa nektar ke sarangnya. Nektar yang berhasil dibawa pulang dioper kepada lebah pekerja lainnya untuk dicampur dengan air liur dan dihilangkan airnya (Sarwono, 2001). Sesampainya di sarang, bahan tadi diserahkan kepada lebah pekerja yang bertugas di dalam sarang. Setelah dikunyah-kunyah selama 20 menit, mungkin sambil menambahkan amilase dan invertase, bahan tadi diproses menjadi madu. Madu yang sudah jadi disimpan dalam sel-sel sarang setetes semi setetes, dan sebagian kadar airnya diuapkan lagi dengan kipasan sayap sebelum pintu sel sarang ditutup. Kadar airnya diturunkan sampai di bawah 18% untuk mencegah terjadinya peragian. Selanjutnya, madu disimpan di dalam bilik penyimpanan. Simpanan madu itu sebenarnya merupakan pakan cadangan bagi anak-anak lebah. Untuk menghasilkan 1 kg madu, lebah harus mengumpulkan 120.000-150.000 tetes nektar atau 3-4 kg nektar dengan menempuh jarak 360.000-450.000 km.

Menurut Sarwono (2001) diperlukan dua faktor untuk menghasilkan madu. Pertama, bunga yang nektarnya merupakan bahan baku pembuatan madu. Kedua, serangga yaitu lebah, yang merupakan tenaga ahlinya. Nektar dapat dipakai segera untuk memberi makan lebah dan larva dalam sarang. Kalau tidak dipakai segera, lebah lalu menyimpan nektar yang sudah diubah menjadi madu, untuk digunakan kemudian. Madu yang dimakan lebah fungsinya sama seperti roti, gula, dan selai yang dimakan manusia. Madu yang dihasilkan lebah disebut madu lebah atau *honey bee*. Selain itu, ada juga madu yang dihasilkan semut, disebut *honey ant*. Nektar yang diisap lebah dari bunga digunakan untuk dua hal. Pertama, untuk dikumpulkan di dalam perut madu. Kedua, untuk dikonsumsi sendiri. Yang untuk dikonsumsi sendiri ini masuk ke dalam bagian perut lain yang lebih kecil, yaitu perut pencernaan.

Setelah lebah sampai di sarang, nektar yang terkumpul dituangkan di petak-petak madu. Nektar itu memiliki kadar air sekitar 50%. Kadar air itu harus diturunkan sampai sekitar 18% setelah diolah dan diuapkan kadar airnya dengan mengipasinya memakai sayap beberapa hari. Dalam pengolahannya, nektar bunga

dicampur dengan enzim (air liur) yang dihasilkan *gladula thoracus*. Setelah proses pengolahannya rampung, madu yang dihasilkan itu disimpan di dalam sel-sel sarang yang merupakan depot penyimpanan cadangan pakan yang unik. Sel sarang penyimpanan madu itu ditutup rapat dengan lilin untuk mencegah kerusakan isinya.

Jadi mengenai penjelasan di atas menurut Suranto (2004) sebelum menjadi madu, ada empat tahap yang harus dilalui sebagai berikut. Pertama mengumpulkan nektar dari tanaman. Kedua, mengubahnya menjadi gula inert yang terjadi ketika ada kontak antara nektar dan cairan saliva lebah pada saat lebah mengisap nektar dengan belalainya. Cairan saliva lebah mengandung enzim-enzim hidrolase sehingga pada tahap ini terjadi pemecahan gula. Ketiga, mengurangi jumlah kandungan air. Keempat, mematangkan madu di dalam sarang lebah.

2.1.2. Jenis Madu

“Madu dinamai sesuai dengan sumber utama pakan lebahnya. Contohnya, lebah yang hidup di perkebunan kapuk akan menghasilkan madu yang dinamai madu kapuk. Lebah yang digembalakan di perkebunan apel akan menghasilkan madu apel. Dengan demikian, beragam nama madu akan banyak dijumpai di pasaran seperti madu rambutan, madu lengkung, madu mahoni, madu mangga, madu mentimun, madu stroberi, madu sengon, madu beringin, dan madu mahoni.” (Suranto, 2004, p. 21 - 24)

Di Jambi dapat ditemui madu madu bunga cokelat dan madu bakau (mangrove). Keduanya tergolong madu hutan. Madu bunga cokelat rasanya enak dan cocok untuk teman makan roti tawar. Di bangka ada madu hutan yang rasanya pahit disebut dengan madu pahit. Madu bangka memiliki kandungan air cukup tinggi. Sementara itu, di Gunung Pancar, Bogor, Jawa Barat, ditemukan madu hutan yang rasanya manis.

Dikenal juga jenis madu kopi. Madu ini mengakibatkan efek yang berbeda dengan sifat kopi yang membuat orang betah meleak. Madu kopi menimbulkan rasa kantuk dan cocok bagi orang yang sulit tidur. Ada lagi madu yang bisa membuat orang pusing. Madu ini banyak terdapat di Amerika Latin. Di Indonesia

madu jenis ini ada di daerah Gorontalo. Daerah-daerah perkebunan bisa menghasilkan madu yang dinamai sesuai dengan tanaman yang ada di perkebunan tersebut. Di perkebunan karet dikenal madu karet yang sumber nektarnya berasal dari tanaman karet. Di daerah Malang, di perkebunan apel dapat ditemukan madu apel. Di perkebunan nanas di Jawa Timur dapat ditemukan madu nanas.

Di Australia ada *organic honey* yaitu madu yang sumber nektarnya berasal dari tanaman organik yang bebas insektisida dan racun hama lainnya. Arab Saudi juga menghasilkan madu. Madu dari Arab Saudi dihasilkan dari lebah yang digembalakan di perkebunan jeruk dan buah-buahan. Koloni lebah yang ditenakkan di Arab Saudi juga diimpor, salah satunya dari Indonesia. Madu yang dihasilkan di Arab Saudi lebih kental. Hal ini disebabkan kadar air atau kelembapan udara di Arab Saudi rendah.

Selain madu yang rasanya manis, ada juga madu yang rasanya asam dan pahit, bahkan ada juga madu yang beracun. Madu yang asam dihasilkan oleh genus *Trigona*. Produksi madu lebah ini rendah, satu koloni menghasilkan 100 gram madu setiap tiga bulan. Madu yang rasanya pahit dihasilkan dari bunga mahoni dan pahitan (sejenis bunga matahari). Sementara itu, madu yang rasanya asin berasal dari pohon jamblang sehingga disebut dengan madu jamblang. Madu yang beracun adalah madu yang berasal dari bunga rhododendron. Bunga tersebut adalah bunga yang beracun. Di Jepang, madu beracun berasal dari tanaman *heather*.

Madu kaliandra mempunyai sifat yang agak berbeda dengan madu lain. Jumlah kandungan glukosa dalam madu ini lebih tinggi dibandingkan dengan fruktosa. Pada umumnya kandungan utama madu adalah fruktosa. Sehingga madu ini mudah mengkristal.

Madu bisa juga digolongkan menurut jenis tanaman yang menjadi sumber nektarnya. Jika madu dihasilkan oleh lebah yang mengambil makanannya dari beragam sumber dan tidak ada tanaman yang dominan dinamakan madu multiflora atau poliflora. Contohnya, madu hutan (di Indonesia hutan umumnya bersifat heterogen). Sedangkan, madu yang berasal dari salah satu tanaman dominan disebut dengan madu monoflora. Di beberapa daerah juga terdapat madu biflora yang sumber nektar dominannya berasal dari dua jenis pohon. Lebah

memiliki kecenderungan hanya mengambil nektar dari satu jenis tanaman tertentu. Lebah tersebut baru akan mengambil nektar dari tanaman lain jika nektar dari tanaman tertentu tersebut tidak mencukupi.

Selain itu, madu dapat dibedakan menjadi madu flora, madu ekstra flora, dan madu embun (*honey dew*). Madu flora adalah madu yang bersumber dari nektar yang dari nektar yang terdapat dalam bunga. Madu ekstraflora dihasilkan dari sumber tanaman yang tidak memiliki bunga. Madu ekstraflora ini berasal dari cairan yang terdapat dalam daun, cabang, atau batang pohon. Madu embun adalah madu yang dibuat dari cairan yang dihasilkan oleh serangga yang terdapat di pohon-pohon.

2.1.3. Kualitas Madu

“Mutu merupakan pertimbangan yang sangat penting bagi pembeli madu (industri atau pengimpor). Karena itu sangat perlu diperhatikan bahwa madu harus murni, bersih dari kotoran, misalnya lalat, insek lain, dan bulu-bulu. Karena itu, adanya pengendalian mutu di negara/daerah penghasil madu sangat penting khususnya untuk usaha ekspor madu ke luar negeri. Adanya pengendalian mutu harus dapat memberikan kepastian bahwa mutu madu yang diproduksi dan akan diekspor sesuai dengan standar madu dari negara-negara pengimpor, biasanya berdasarkan contoh atau monster yang telah disetujui bersama” (Winarno, 1982, p. 26).

Kualitas madu ditentukan oleh cara panen madu, warna madu, cita rasa madu, jenis madu, komposisi madu, dan kadar air. Baik di alam maupun di peternakan lebah, waktu pemanenan madu harus diperhatikan. Pemanenan bisa dilakukan pada saat musim nektar telah berakhir 2-3 minggu. Madu yang dipanen harus memiliki kadar air di bawah 20%. “Madu yang bagus adalah yang mengandung kadar air sekitar 17,5%. Jika sel-sel dalam sarang madu telah ditutup oleh lapisan lilin, madu tersebut telah memenuhi syarat kadar air dan siap untuk dipanen” (Suranto, 2004, p. 31).

Tabel 2.1. Syarat Mutu Madu Nasional

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Aktifitas enzim diastase, min.	DN	3
2	Hidroksimetilfurfural (HMF), maks.	mg/kg	50
3	Air, maks.	% b/b	22
4	Gula pereduksi (dihitung sebagai)		
	glukosa, min.	% b/b	65
	sukrosa, maks.	% b/b	5
5	Keasaman, maks.	ml NaOH	50
		1 N/kg	
6	Padatan yang tak larut dalam air, maks.	% b/b	0,5
7	Abu, maks.	% b/b	0,5
8	Cemaran logam		
	Timbal (Pb), maks.	mg/kg	1,0
	Tembaga (Cu), maks.	mg/kg	5,0
9	Cemaran arsen (As), maks.	mg/kg	0,5

Sumber: Badan Standardisasi Nasional (n.d.)

Bentuk madu berupa cairan kental seperti sirup. Warnanya bening atau kuning pucat sampai cokelat kekuningan. Rasanya khas, yaitu manis dengan aroma yang enak dan segar. Jika dipanaskan, aromanya menjadi lebih kuat tetapi bentuknya tak berubah. Bobotnya per ml berkisar antara 1,352 gram sampai 1,358 gram.

2.1.3.1. Kadar Air Madu

Mutu madu banyak ditentukan oleh kadar airnya dan secara tidak langsung kadar air madu biasanya diukur dari berat jenisnya (Winarno, 1982). Kadar air lebih tinggi dari tingkat tertentu, madu cair akan mengalami fermentasi, apabila madu yang berkristal (*granulated*). Terjadinya fermentasi terutama karena karya kapang dan ragi yang memang secara normal sudah terdapat pada madu, dan bila kadar air meningkat, ragi menjadi aktif dan berkembang biak.

Madu yang telah matang dan tua, mengandung 17,4 persen atau lebih rendah, pada kadar air tersebut madu aman terhadap serangan ragi dan fermentasi.

Tetapi bila lapis lilin yang menutupi sarang madu telah diangkat dan madu terekspos oleh udara, karena sifatnya yang higroskopis maka akan dapat menyerap air. Hal ini lebih serius terutama pada udara yang lembab seperti halnya beberapa daerah di Indonesia, karena itu sebaiknya madu ditangani dan dikemas pada wadah yang kedap udara, segera setelah diekstraksi dari sarang madunya.

Susunan dan penampilan madu sangat tergantung pada asal-usul nektarnya. Cita rasanya juga dipengaruhi oleh aroma bunga pohon yang diisap. Mengenai kualitasnya, madu yang berasal dari lebah yang ditenak lebih baik mutunya dibandingkan madu yang berasal dari lebah liar. Madu yang berasal dari lebah ternakan relatif seragam mutunya dari masa ke masa karena sumber nektarnya adalah bunga yang pohonnya sudah dibudidayakan. Peternak lebah madu di Indonesia pada umumnya menggembalakan lebah madunya di kebun randu, kopi, cengkeh, apel, rambutan, dan lengkeng, sebagai ganti perkebunan bunga secara khusus.

Kualitas madu ditentukan oleh kadar kekentalannya. Kadar air madu Indonesia pada umumnya masih tinggi, berkisar 22-23%. Madu ini tidak dapat diekspor walaupun murni karena akan mengalami fermentasi. Madu lebah produksi Apriari Pramuka, menurut hasil penelitian Laboratorium Institut Fur Honigforschung, Bremen, Jerman dan Laboratorium Lembaga Penelitian Hortikultura Departemen Pertanian RI Jakarta, ternyata memenuhi standar internasional.

Madu lebah dari daerah subtropis seperti Cina, Australia, dan Rumania, kadar airnya berkisar 17-18%, dan itu pun masih dapat diolah agar kadar airnya bisa lebih rendah lagi sehingga kuat disimpan bertahun-tahun.

“Madu mempunyai sifat sangat higroskopis, yaitu mudah menyerap air dari udara, karena itu dapat digunakan sebagai humektan. Dalam udara yang lembab madu dapat menyerap air sedemikian rupa sampai 33 persen dari beratnya. Bila kadar airnya meningkat, maka madu dapat mengalami fermentasi. Dan bila telah mengalami fermentasi, maka madu tersebut mengalami kerusakan. Suhu optimal untuk fermentasi adalah 11-19° C. Karena itu dianjurkan untuk menyimpan madu pada suhu rendah, misalnya pada lemari es (5-10° C)” (Winarno, 1982, p. 31-32).

Madu juga dapat menyerap bau dari sekelilingnya karena itu tempat penyimpanan yang bersifat inert dengan tutup yang rapat lebih menguntungkan. Dengan alasan tersebut, maka bahan gelas adalah bahan yang terbaik sebagai wadah madu.

“Secara alami madu agak sulit terusak terutama bila dipanen dari sarang lebah yang telah masak, yaitu sarang lebah yang telah tertutup lilin. Biasanya madu yang terdapat di dalamnya sangat rendah kandungan airnya yaitu sekitar 17,4% atau lebih rendah” (Winarno, 1982, p. 33).

2.1.3.2. Warna Madu

Menurut Sarwono (2001) karena berasal dari bunga tanaman yang berbeda-beda, warna, aroma, dan rasa madu hasil pengentalan nektar juga berbeda-beda. Warna madu bervariasi. Ada yang putih, kuning, kecokelatan, dan ada pula yang kehitaman. Variasi warna itu sangat tergantung pada komposisi zat warna yang terkandung di dalamnya. Komponen zat warna tergantung dari nektar bunganya. Zat warna yang membentuk warna madu antara lain *xanthophyl*, *carotin*, dan *chlorophyl*.

Berdasarkan warnanya, madu dapat dibedakan atas madu putih atau madu terang dan madu gelap. Madu putih banyak diperoleh dari tanaman jeruk, kapuk, dan durian. Sebaliknya, madu gelap antara lain diperoleh dari bunga aster dan cairan serangga.

Madu jernih dari AS berasal dari daerah yang hutannya banyak ditumbuhi cengkeh putih. Di dalam madu itu terkandung sedikit sekali zat warna atau bahkan tak ada zat warna sama sekali. Madu putih dari Prancis dan Yunani berasal dari bunga *rosemary*. Madu putih yang terdapat di pasaran Indonesia berasal dari Cina.

Madu di Indonesia umumnya tidak mengkristal. Kalau mendapatkan madu yang mengkristal, malah orang curiga jangan-jangan madu itu dicampur gula. Di daerah subtropis, madu yang mengkristal sangat lazim dijumpai. Di sana madu itu disebut madu terkrimkan (*creamed honey*) atau madu oles (madu roti).

2.1.3.3. Citarasa Madu

“Zat-zat yang ada pada madu yang ikut menentukan citarasa madu adalah senyawa yang mudah menguap. Karena itu madu harus ditangani dengan sangat hati-hati. Bila tidak, madu akan menjadi sirup biasa. Sesungguhnya rasa dan aroma madu terlezat bila langsung dari sarang yang masih tertutup oleh lilin. Bagaimana hati-hatinya orang mengeluarkan madu, tetapi selalu mengakibatkan kerusakan bagi komponen citarasa dan khasiat madu” (Winarno, 1982, p. 27).

Bila madu dipanaskan pada suhu tinggi lebih besar dari 65° C, maka kerusakan menjadi sangat serius. Demikian halnya bila madu kena udara, karena itu untuk mengawerkan citarasa dan aroma, sebaiknya madu dihindarkan terekspos pada udara, pemanasan harus sesedikit mungkin dan ditutup rapat. Bila keadaan memungkinkan, madu sebaiknya tidak mengalami pemanasan sama sekali.

2.2. Hal-Hal Penting Mengenai Cara Beternak Madu

2.2.1. Waktu Panen

“Waktu panen biasanya ditentukan dengan perkiraan waktu kira-kira dua minggu setelah musim nektar selesai, yaitu musim bunga dimana nektar diperkirakan sudah habis diambil. Tanda yang lebih baik adalah jika ditemukan tutup lilin pada sel madu. Biasanya sel madu yang telah ditutup mengandung madu dengan mutu tinggi, baik aroma maupun kadar airnya” (Winarno, 1982, p. 38-39).

Terlambat memanen akan mengakibatkan beberapa hal yang tidak diharapkan, misalnya terjadi pengkristalan. Hal ini mengakibatkan madu jadi sukar dikeluarkan dari sarang dengan cara ekstraksi biasa. Madu harus dipanen dengan sangat tertib dan penuh hati-hati. Karena madu yang tercecce akan menarik lebah yang akan berkerumun di sekitarnya, mereka masih berdatangan sampai sehari-hari.

Sisir madu yang akan diambil diteliti lebih dahulu dan diperhitungkan jumlahnya terhadap kapasitas alat ekstraktor yang dimiliki. Hal ini penting diperhatikan karena bila sisir madu sudah menjadi dingin, madu sukar mengalir ke luar bila disekstraksi. Karena itu tidak harus semua sisir dipanen sampai habis.

Malahan beberapa sisir madu harus ditinggalkan untuk menghadapi musim paceklik bunga.

Biasanya sisiran madu yang paling pinggir lebih banyak mengandung madu. Pengambilan sisir madu sebaiknya dilakukan pada sore hari. Sisir madu yang dipanen kemudian dibawa ke ruang madu untuk proses ekstraksi. Ruang ini sering disebut ruang madu. Idealnya ruang ini harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu bersih dan dibuat sedemikian rupa sehingga lebah tidak dapat masuk ke dalamnya. Karena bau madu dapat menarik lebah untuk datang, maka pengerjaan madu biasanya dilakukan pada malam hari.

2.2.2. Ekstraksi

“Ekstraksi dapat dilakukan dengan dua cara yaitu diperas sisir madunya dengan pres atau dipusing dengan sentrifuge. Madu yang diekstrak dengan sentrifuge, sisir madunya dapat digunakan lagi, sedang yang diekstrak dengan pengepresan, sarangnya hancur, dapat dibuat lilin atau untuk bibit bahan sarang baru. Dari sisa hasil pengepresan, sarang bekas dicuci dan dikeringkan, kemudian dipanaskan sehingga menjadi lilin atau “malam”” (Winarno, 1982, p. 39).

Sebelum diekstraksi, sisir madu dikupas lapisan lilinya lebih dahulu, biasanya dengan pisau. Dengan pisau panjang dan tipis lapisan lilin disingkapkan dari bawah ke atas, kemudian dilakukan sortasi agar mutunya seragam, khususnya terhadap warna madu. Untuk membedakan warna madu dilakukan “candeing” atau penyinaran dengan lampu pada sisir madu yang telah dikupas. Dari penyinaran tersebut warna madu akan dapat dibedakan menjadi terang, medium, dan gelap. Semakin gelap madu, berarti lebih matang karena lebih kental dan waktu pemeraman cukup.

Sisir madu yang berwarna muda diekstrak terlebih dahulu, baru medium dan yang terakhir baru warna yang gelap. Warna dari sisir madu pada kelompok rumah lebah (stup) yang sama ternyata berbeda-beda, apalagi dari kelompok yang berbeda. Sebelum diekstraksi, sisir madu diletakkan pada ekstraktor sedemikian rupa sehingga berhadapan dan seimbang. Setelah semuanya tertib, baru dimulai diputar perlahan-lahan dan kemudian dipercepat. Bekas sisir madu tersebut

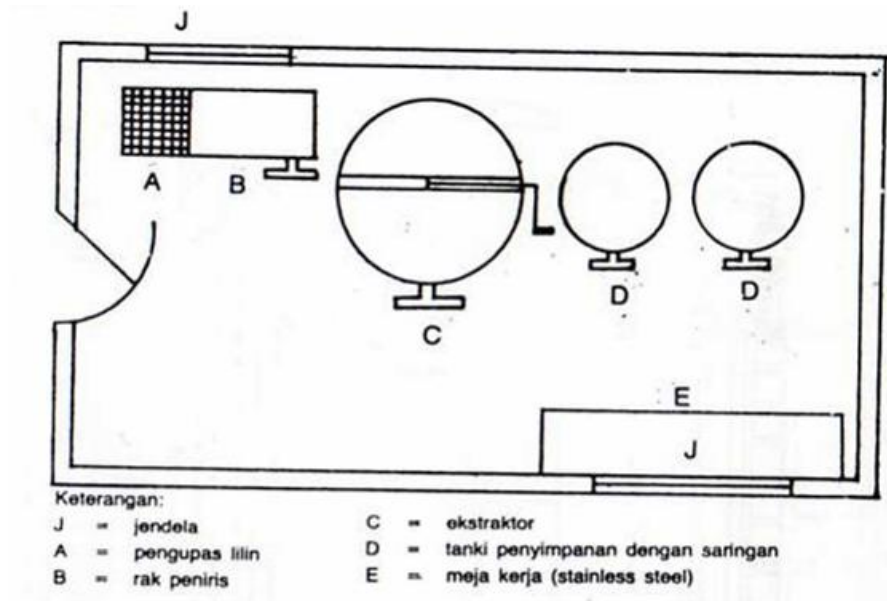
kemudian dikembalikan ke stup. Hal itu biasanya dilakukan pada malam hari, kemudian stup ditutup rapat.

2.2.3. Ruang Madu

“Ruang madu biasanya terdiri dari sebuah ruangan dengan peralatan sebagai berikut: pisau pengupas lilin penutup, rak-rak peniris, ekstraktor, penyaring dan tangki-tangki madu dalam suatu urutan proses yang berkelanjutan seperti terlihat pada Gambar 2.1 pintu dibuat “*double swing door*”” (Winarno, 1982, p. 40).

Ada dua jenis ekstraktor yaitu “*tangential honey extractor*” dan “*radial honey extractor*.” Untuk usaha kecil-kecilan sebaiknya dipilih jenis “*tangential honey extractor*” yang digerakkan dengan tangan (marmil). Sisir-sisir madu yang dikupas diletakkan di dalam *frame*-nya yang diatur dalam posisi tangensial terhadap aksis. *Frame* madu diputar dan madu keluar ke dinding dan mengalir ke bawah. Cara ini hanya mengeluarkan madu dari satu jurusan. Karena itu, sarang madu harus dibalikkan dan baru diputar lagi. Cara memutarnya mula-mula perlahan-lahan, baru kemudian cepat.

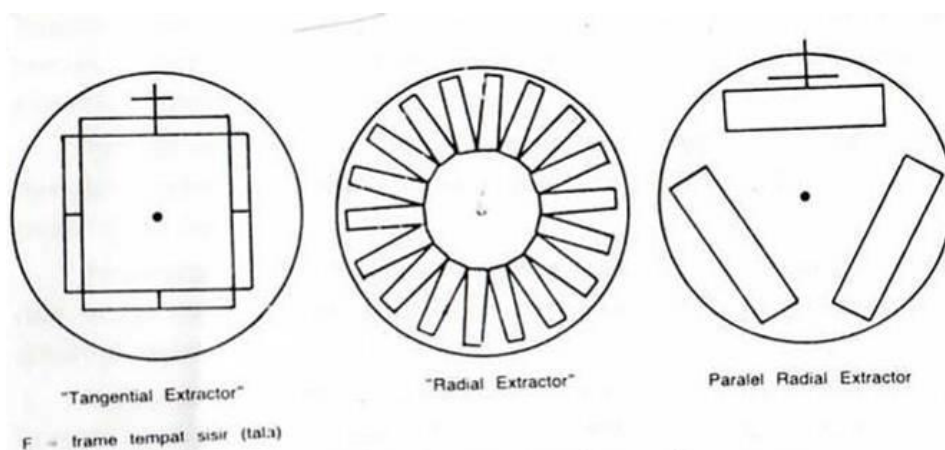
“*Radial honey extractor*” biasanya setiap saat mampu menampung 20 atau lebih *frame*. Kadang-kadang *frame* datar radial terhadap sumbu dan kadang-kadang aksisnya horisontal dan *framenya* diatur dengan sudut 90^0 pada as. Dengan kedua cara tersebut, daya kerjanya sama yaitu mengekstraksi ke arah kedua belah sisi dan dicurahkan ke luar.



Gambar 2.1. Susunan dalam ruang madu

Sumber: Winarno (1982, p. 40)

Pada umumnya ekstraksi lebih cepat dengan paralel ekstraktor. Secara komersil, biasanya ekstraksi menggunakan ekstraktor yang digerakkan dengan motor listrik. Dengan demikian waktu menjalankan mesin ekstraksi, operator dapat pula melakukan pengupasan lilin penutup madu (tala).



Gambar 2.2. Jenis ekstraktor madu

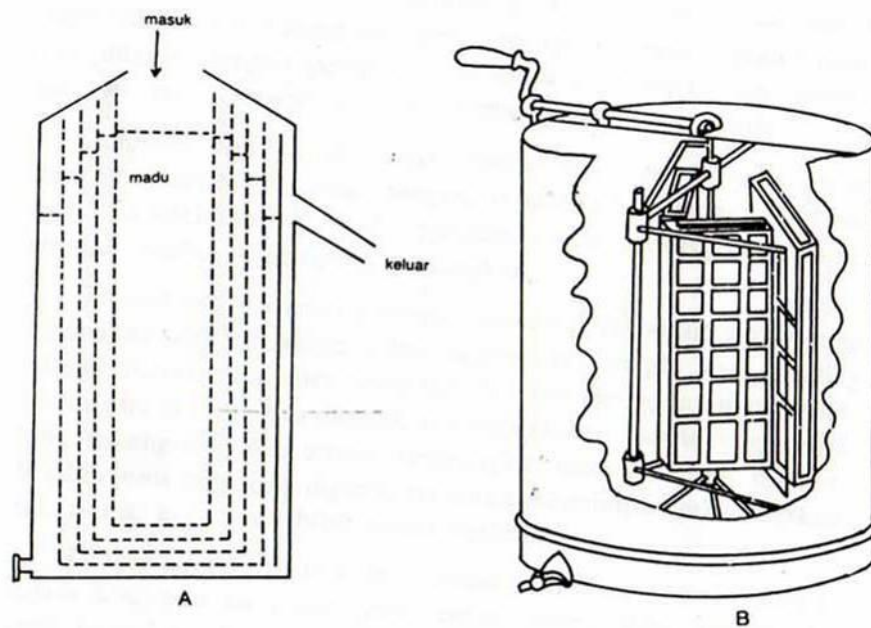
Sumber: Winarno (1982, p. 41)

2.2.4. Penyaringan dan Pembotolan

“Meskipun pada ekstraktor biasanya sudah terdapat saringan tetapi biasanya saringan tersebut masih kasar, sehingga pecahan-pecahan malam yang kecil terangkut. Untuk mendapatkan madu yang bersih, penyaringan masih diperlukan yaitu yang dilakukan dengan kain tipis atau kawat penyaring halus” (Winarno, 1982, p. 41-43).

Madu yang bersih dibiarkan pada tempatnya selama semalam untuk menghilangkan udara. Lapisan gelembung udara yang terletak di atas madu (langit-langit) kemudian dilepaskan. Madu yang telah bebas dari gelembung udara dinamakan “*clear honey*” atau “*run honey*.”

Penyaringan madu atau “*honey strainer*” digunakan untuk membersihkan madu. Untuk tujuan tersebut dapat digunakan alat yang disebut OAC *honey strainer*. Prinsip pembersihan tersebut yaitu dengan cara memasukkan madu pada suatu seri keranjang kawat. Bentuk alat tersebut adalah tangki silinder yang berisi empat buah keranjang kawat yang berbeda ukurannya.



Gambar 2.3. Penyaring dan ekstraktor madu

Sumber: Winarno (1982, p. 42)

Madu dialirkan dari tengah pada keranjang terkecil dan mengalir ke luar menuju ke pinggir dinding tangki. Keranjang paling dalam dengan kawat jarang-

jarang dan semakin ke pinggir semakin sempit. Agar penyaringanya berjalan baik biasanya dilakukan pada suhu 35⁰ C. Madu yang sudah bersih dituangkan ke dalam botol (lebih baik yang bermulut besar) secara perlahan, sehingga menyentuh bibir botol dan mengalir menelusuri dinding dalam botol.

Agar proses pembotolan berjalan baik, perlu diadakan pemeriksaan terhadap kebersihan botol. Di samping harus dicuci bersih dan dikeringkan, kaleng-kaleng yang digunakan juga harus dicuci bersih sebelum digunakan. Periksa baik-baik agar wadah yang akan digunakan telah kering benar. Botol-botol selalu berlemak dan harus dicuci dengan air panas dengan soda atau deterjen, baru dibilas dengan air bersih dan dikeringkan dengan membalikkan sedemikian rupa mulut di bawah dan air tertiriskan sempurna.

Yang sering dilupakan ialah memeriksa tutup botol terutama bagian dalam. Baik bagian luar dan bagian dalam tutup botol harus bersih benar. Etiket dilekatkan pada botol sebelum dilakukan pengisian dengan madu. Jumlah madu harus cukup banyak serta tingginya harus sesuai dengan pedoman yang ditetapkan. Baru kemudian dilakukan penutupan dengan sempurna.

Penimbangan madu dalam kaleng dilakukan sebelum ditutup dan madu dapat ditambah bila ternyata kurang beratnya sebelum ditutup rapat. Madu yang jernih setelah beberapa waktu dalam penyimpanan kemudian berubah menjadi berkabut, tidak tembus cahaya dan menjadi kurang kental. Perubahan-perubahan tersebut dianggap normal, dan biasanya tidak akan mempengaruhi mutu dan rasa madu.

2.2.5. Penyimpanan

“Madu murni tidak mudah rusak. Madu bisa tahan sampai tahunan, bahkan ratusan tahun. Namun, untuk menjaga kualitasnya kita harus menyimpan secara baik dan benar” (Suranto, 2004, p. 33-34).

Madu harus disimpan di tempat kering (tidak lembab) dan tertutup agar tidak bereaksi dengan lingkungan sekitarnya. Madu bersifat higroskopis atau dapat menarik air. Madu yang keluar dari sel sarang jika disimpan di tempat terbuka akan segera menarik air, sehingga kadar airnya akan bertambah. Zat gula yang terkandung dalam madu yang menyebabkan timbulnya sifat higroskopis ini.

Fruktosa lebih larut dalam air dibandingkan dengan glukosa. Madu yang mempunyai kadar air tinggi akan mengalami fermentasi, sehingga keawetannya berkurang dan akan menghasilkan alkohol. “Penyimpanan madu akan dapat mempengaruhi mutu. Suhu optimum untuk menyimpan madu adalah 11°C , sedangkan pada suhu $21\text{-}27^{\circ}\text{C}$ (suhu kamar) bisa disimpan dalam wadah kaca yang kedap udara dengan kelembaban 75-78 persen. Dengan cara ini madu dapat tahan 2-4 minggu lamanya tanpa banyak mengalami penurunan mutu” (Winarno, 1982, p. 35).

Selain itu, tempat penyimpanan madu harus terhindar dari jangkauan sinar matahari atau cahaya lainnya. Jika terkena sinar matahari, zat antibakteri dalam madu akan rusak. Selain itu, jika terkena cahaya matahari zat besi dalam madu akan teroksidasi. Warna madu yang teroksidasi akan menjadi lebih gelap. Proses ini akan mengurangi manfaat madu.

Penyimpanan madu tidak boleh menggunakan wadah yang terbuat dari besi dan logam lainnya. Penyimpanan madu dalam wadah yang terbuat dari besi akan menyebabkan reaksi kimia antara wadah dan asam-asam organik dalam madu yang dapat menghasilkan senyawa yang bersifat racun. Penyimpanan yang paling bagus adalah dalam wadah yang terbuat dari kaca, seperti gelas dan botol. Namun penyimpanan madu dalam wadah yang dilapisi *stainless* masih memungkinkan. Selain itu, penyimpanan juga tidak boleh dalam wadah yang berpori, karena madu bisa menarik air dari udara sehingga kandungan airnya meningkat dan terjadi fermentasi.

2.3. Pengukuran Kadar Air

2.3.1. Vakum Rotary Evaporator

Vakum Rotary Evaporator adalah sebuah alat di laboratorium kimia yang digunakan untuk menghilangkan kandungan cairan (liquid) yang berada dalam sebuah *solvent* dengan cara evaporasi (penguapan). Rotary evaporator yang sederhana pertama kali ditemukan oleh Lyman C. Craig. Pada tahun 1957 perusahaan asal Swiss yaitu Buchi baru mengkomersialisasikan. Komponen-komponen yang terdapat di dalam vakum rotary evaporator antara lain sebuah motor penggerak untuk memutar botol yang berisi sampel, pipa uap air hasil

dari penguapan sampel, sebuah sistem vakum yang berguna untuk menurunkan tekanan yang terjadi dalam sistem evaporator, sebuah pemanas yang berisi cairan, dan kondensor untuk mendinginkan hasil evaporasi supaya mencapai suhu yang standar.



Gambar 2.4. *Vakum rotary evaporator*

Sumber: National Direct Network, ndn.co.th/Instruments.html

Dengan fungsi yaitu dapat menguapkan kadar air suatu fluida maka vakum rotary evaporator mempunyai cara kerja yaitu pertama-tama pengukuran sampel awal. Setelah didapatkan sampel awal, sampel yang berada di dalam botol dimasukkan ke dalam rotary evaporator. Mesin pemanas mulai dinyalakan dan diatur suhu yang diinginkan. Setelah berjalan beberapa lama maka kandungan air yang terdapat di dalam sampel akan keluar melalui pipa-pipa yang sudah disediakan. Mesin ini akan dihentikan apabila sampel sudah tidak mengeluarkan air hasil penguapan. Sampel telah dianggap tidak memiliki kandungan air lagi ketika dianalisis dengan perhitungan gravimetri. Penjelasan mengenai gravimetri akan dijelaskan pada bab 2.3.2. Sampel yang sudah tidak memiliki kandungan air kemudian ditimbang beratnya maka akan ditemukan kadar air dari sampel tersebut dengan perhitungan:

$$\% \text{Kadar air} = \frac{\text{Sampel Sebelum Evaporasi} - \text{Sampel Setelah Evaporasi}}{\text{Sampel Sebelum Evaporasi}} \times 100\%$$

2.3.2. Analisis Gravimetri

Analisis gravimetri adalah analisis kimia secara kuantitatif berdasarkan proses pemisahan dan penimbangan suatu unsur atau senyawa tertentu dalam bentuk yang sempurna mungkin (Gusdinar, n.d.). Penentuan kadar zat berdasarkan pengukuran berat analit atau senyawa yang mengandung analit dapat dilakukan dengan: metode pengendapan yaitu isolasi endapan sukar larut dari suatu komposisi yang tak diketahui, dan metode penguapan yaitu larutan yang mengandung analit diuapkan, ditimbang dan kehilangan berat dihitung.

Perhitungan gravimetri merupakan perluasan dari perhitungan stoikiometri. Faktor stoikiometri dihitung berdasarkan jumlah (mol) analit yang terdapat di dalam bahan yang ditimbang. Cara terbaik untuk mengetahui apa yang terjadi adalah dengan membuat tinjauan seluruh pendekatan, sehingga dapat ditemukan perhitungan sederhana untuk tiap tahap. Premis awal adalah bahwa sampel yang diperiksa mengandung analit yang akan ditentukan kadarnya. Sasarannya adalah menentukan persentase analit yang terkandung di dalam sampel tersebut. Langkah pertama adalah menimbang sampel dengan akurat, kemudian mengubah sampel menjadi bentuk endapan murni yang dapat diukur. Jika bentuk yang terukur kadarnya itu adalah analit, maka $\% \text{ analit} = (\text{bobot analit} / \text{bobot sampel}) \times 100$. Namun seringkali analit berada tercampur dengan senyawa lain. Dalam hal ini, bobot analit harus ditentukan menggunakan Faktor Gravimetri. Selanjutnya adalah mendapatkan hasil penimbangan yang akurat. Tempatkan sampel di dalam desikator dan biarkan dingin terlebih dahulu. Kemudian timbanglah lagi ke dalam desikator. Ulangi tahap ini hingga diperoleh bobot konstan.

2.4. Desain Eksperimen

2.4.1. Penjelasan Umum Mengenai Desain Eksperimen

Menurut Hinkelmann (1994) desain eksperimen adalah suatu rancangan percobaan (dengan tiap langkah tindakan yang betul-betul terdefinisikan) sedemikian sehingga informasi yang berhubungan dengan atau yang diperlukan untuk persoalan yang sedang diselidiki dapat dikumpulkan. Desain eksperimen bertujuan untuk memperoleh atau mengumpulkan informasi sebanyak-banyaknya yang diperlukan dan berguna dalam melakukan penyelidikan persoalan yang akan dibahas.

2.4.2. Prinsip Dasar dalam Desain Eksperimen

Untuk memahami desain eksperimen, maka perlulah dimengerti prinsip-prinsip dasar yang lazim digunakan dan dikenal. Prinsip-prinsip tersebut adalah:

a. Replikasi

Dengan replikasi di sini diartikan pengulangan eksperimen dasar. Dalam kenyataannya replikasi ini diperlukan karena:

1. Memberikan taksiran kekeliruan eksperimen yang dapat dipakai untuk panjang *confidence interval* (selang kepercayaan) atau dapat digunakan sebagai “satuan dasar pengukuran” untuk penetapan taraf signifikan daripada perbedaan-perbedaan yang diamati.
2. Menghasilkan taksiran yang lebih akurat untuk kekeliruan eksperimen.
3. Memungkinkan untuk memperoleh taksiran yang lebih baik mengenai efek rata-rata sesuatu faktor.

b. Pengacakan

Pengacakan menyebabkan berlakunya pengujian yang menyebabkan memungkinkan untuk melanjutkan langkah-langkah berikutnya. hal ini berarti bahwa pengacakan tidak menjamin terjadinya *independent*, melainkan hanyalah memperkecil adanya korelasi antar pengamatan.

c. Kontrol Lokal

Kontrol lokal merupakan sebagian daripada keseluruhan prinsip desain yang harus dilaksanakan. Biasanya merupakan langkah-langkah atau usaha-usaha

yang berbentuk penyeimbangan, pemblokian dan pengelompokan unit-unit eksperimen yang digunakan dalam desain.

2.4.3. Strategi Perbaikan

Di dalam dunia bisnis dan industri dikenal berbagai macam proses. Tidak ada satu-satunya cara yang tepat digunakan untuk memperbaiki proses yang ada. Meskipun demikian, ada beberapa strategi standar yang biasa digunakan untuk memperbaiki proses secara berkesinambungan.

Macam-macam strategi perbaikan:

a. *Repair* (Perbaikan)

Strategi ini sangat sederhana. Semua kerusakan harus diperbaiki sehingga fungsinya dapat tetap berjalan. Ada dua *level* dari strategi ini, yaitu: jika konsumen menerima kerusakan produk, maka perbaikan yang cepat dibutuhkan. *Level* ini sifatnya sementara. *Level* kedua adalah ketika individu atau tim mengidentifikasi dan mengeliminasi akar permasalahan dari masalah dan efek yang tetap dari solusi tersebut.

b. *Refinement*

Strategi ini melibatkan perbaikan proses secara kontinyu walaupun tidak terjadi kerusakan. *Refinement* ini meningkatkan efisiensi dan efektivitas.

c. *Renovation*

Strategi ini menghasilkan perbaikan yang baru. Walaupun hasil produk, jasa, proses, atau aktivitas mungkin tampak berbeda dengan yang sebenarnya, akan tetapi pada dasarnya sama. Kunci utamanya adalah inovasi dan teknologi.

d. *Reinvention*

Reinvention merupakan proses perbaikan yang banyak diinginkan oleh konsumen. Proses ini didahului dengan asumsi bahwa pendekatan yang ada saat ini tidak akan memenuhi kepuasan konsumen. Produk baru, jasa, proses, atau aktivitas dikembangkan oleh tim berdasarkan pada pemahaman kebutuhan dan keinginan konsumen. *Reinovasi* dapat digunakan untuk mempertahankan vitalitas organisasi atau keuntungan yang kompetitif.

2.5. *Standard Operating Procedures (SOP)*

Standard Operating Procedures atau SOP dalam bahasa Inggris diterjemahkan menjadi Prosedur Operasional Standar, yaitu prosedur operasi yang baku. Adapun istilah lain yang sering digunakan dalam bahasa Indonesia adalah PROTAP atau Prosedur Tetap sedangkan istilah dalam bahasa Inggris adalah *Safe Work Instructions*, *Safe Operating Procedures*, *Standard Working Procedures*, *Medical Procedures*. SOP merupakan prosedur kerja yang dilakukan secara benar dan konsisten. Istilah SOP sudah sangat dikenal di suatu organisasi yang menuntut adanya pengendalian mutu terhadap proses kegiatan organisasi.

SOP adalah dokumen tertulis yang memuat prosedur kerja secara rinci, tahap demi tahap dan sistematis. Dengan adanya SOP maka jaminan mutu pekerjaan akan dapat dipertahankan. SOP banyak digunakan untuk tugas-tugas rutin yang mengandung resiko, seperti pada bidang kesehatan, teknik, lingkungan. Contoh, SOP untuk melakukan *quality control* bahan baku. Dalam melengkapi suatu prosedur kerja, SOP sering dilengkapi dengan referensi, lampiran, diagram atau alur kerja (*flow chart*). Adapun manfaat SOP adalah sebagai berikut:

- Mengkomunikasikan pelaksanaan suatu pekerjaan
- Menyimpan pengetahuan dan perkembangan yang diperoleh perusahaan
- Sarana acuan dalam melakukan penilaian terhadap proses pekerjaan
- Sarana pelatihan bagi staf yang baru sehingga mengurangi waktu yang terbuang untuk memberikan pengarahan
- Mengendalikan dan mengantisipasi apabila terdapat suatu perubahan sistem
- Sarana audit sistem informasi dan sarana dokumentasi sistem informasi

SOP dibuat secara singkat langkah demi langkah dan dalam tampilan yang mudah dibaca. Gunakan kata kerja dalam kalimat aktif. Contoh, 'Periksa kebersihan sol bawah' bukan 'Kebersihan sol bawah diperiksa'. Kalimat singkat, jelas dan tidak banyak frase. Gunakan pernyataan positif, seperti 'Isi *checksheet* dan lanjutkan produksi' tidak dengan pernyataan negatif, seperti 'Jangan melanjutkan produksi jika *checksheet* belum diisi'.

Seiring dengan adanya perubahan internal maupun eksternal organisasi perpustakaan maka SOP juga harus ikut berubah. Untuk itu, secara periodik SOP perlu ditinjau kembali agar tetap mutakhir karena apabila ada perubahan

kebijakan harus terlihat pada SOP. Apakah kebijakan dan prosedur masih berlaku, masih relevan atau bahkan SOP sudah tidak diperlukan. SOP perlu dibaca, dimengerti dan dilaksanakan oleh semua pelaksana dalam organisasi dimana SOP diberlakukan. Terdapat beberapa jenis SOP, yaitu:

1. *Simple Procedure* dengan langkah-langkah yang singkat, berulang-ulang dan hanya memerlukan sedikit keputusan. Prosedur yang hanya melibatkan sedikit kegiatan oleh sedikit orang.
2. *Hierarchy Procedure* dengan langkah-langkah yang rinci, panjang, konsisten. Langkah-langkah dalam hirarki mungkin berisi sub-sub langkah untuk lebih memperjelas prosedur.
3. *Graphic Procedure* dengan langkah-langkah yang sangat panjang dan lebih rinci. Tipe grafis akan membagi proses yang panjang menjadi sub-proses yang lebih pendek. *Pictures truly are worth a thousand words.*
4. *Flowchart Procedure* yang berisi banyak keputusan-keputusan atau pertimbangan-pertimbangan. *Flowchart* adalah representasi grafis yang menghubungkan langkah-langkah secara fisik dan logis.

Penyusunan internal SOP berbeda pada setiap organisasi. SOP disusun sesuai dengan tujuan dan kondisi yang ada pada saat SOP disusun. Tidak ada format yang baku untuk SOP. SOP disusun untuk menggambarkan kegiatan rutin yang berulang SOP akan tergantung pada kondisi prosedur kerja yang sedang berlangsung.

2.6. Peta Proses Operasi

Peta proses operasi atau *Operation Process Chart* (OPC) merupakan suatu diagram yang menggambarkan langkah-langkah proses yang akan dialami oleh bahan baku sejak dari awal sampai menjadi produk jadi (Sutalaksana, Anggawisastra & Tjakraatmadja, 1979). Dalam suatu peta proses operasi terdapat informasi mengenai waktu yang diperlukan untuk sebuah proses, material yang digunakan, alat yang digunakan.

Dalam pembuatan peta proses operasi ada beberapa prinsip yang harus diikuti (Sutalaksana, Anggawisastra & Tjakraatmadja, 1979) :

1. Pada bagian paling atas terdapat kepala peta proses operasi. Kepala tersebut berisi keterangan-keterangan mengenai Peta Proses Operasi, meliputi nama objek, nama pembuat peta, tanggal dipetakan, cara lama atau cara sekarang, nomor peta
2. Nama material yang akan diproses diletakkan pada garis horizontal, dimana anak panahnya menuju ke arah suatu proses. Hal itu menunjukkan bahwa material, yang namanya ada di atas garis horizontal masuk ke dalam proses.
3. Digunakan lambang-lambang untuk menunjukkan proses yang dilalui. Lambang-lambang yang digunakan adalah dapat dilihat pada tabel 2.2.
4. Setiap proses diberikan penomoran secara berurutan.
5. Proses yang paling panjang diletakkan di sebelah kanan.

Tabel 2.2. Lambang-Lambang pada OPC

Lambang	Keterangan
	Operasi
	Inspeksi
	Operasi sekaligus inspeksi
	<i>Storage</i>