

BAB II

TINJAUAN TEORI

2.1. Tinjauan Industri Kakao

2.1.1. Tinjauan umum industri

Kementrian Perindustrian menyebutkan bahwa industri adalah seluruh bentuk kegiatan ekonomi yang mengolah bahan baku dan/atau memanfaatkan sumber daya industri sehingga menghasilkan barang yang mempunyai nilai tambah atau manfaat lebih tinggi, termasuk jasa industri. Maka dari itu istilah pabrik atau bangunan industri adalah tempat dimana kegiatan industri tersebut memproses/memproduksi menjadi barang yang mempunyai nilai tambah.

Fungsi dari bangunan industri/pabrik adalah untuk memberikan perlindungan bagi manusia, mesin, produk, material dan segala sesuatu yang dianggap rahasia dan hak milik pabrik. Wignjosoebroto (2003:79) memaparkan bahwa perencanaan layout pabrik juga diperhatikan agar proses produksi dapat efektif.

2.1.2. Industri kakao

Menurut Klasifikasi Baku Lapangan Usaha (2015) Industri kakao, cokelat dan kembang gula termasuk dalam kategori industri pengolahan makanan. Industri kakao, cokelat dan kembang gula memiliki sub golongan antar lain :

1. Industri kakao, mentega kakao, lemak kakao dan minyak kakao

Industri kakao adalah usaha pengolahan biji menjadi biji kakao menjadi bubuk kakao, lemak kakao, pasta kakao, dan bungkil kakao

2. Industri cokelat dan gula-gula dari cokelat

Industri makanan dari cokelat dan kembang gula adalah usaha pembuatan segala macam makanan yang bahan utamanya dari cokelat seperti cokelat dan gula-gula dari cokelat dan pembuatan segala macam kembang gula seperti caramel, cachous, nougat, fondant dan cokelat putih. Termasuk industri minuman dari cokelat dalam bentuk bubuk maupun cair.

Adapun pengelompokkan Industri Kakao dan Cokelat Olahan menurut Kementrian Perindustrian (2010) terdiri dari :

1. Industri Hulu : buah cokelat, biji cokelat
2. Industri Antara : pasta kakao (*cocoa liquor*), bungkil kakao (*cocoa cake*), lemak kakao (*cocoa butter*), dan bubuk kakao (*cocoa powder*)
3. Industri Hilir : industri cokelat, industri makanan berbasis cokelat (roti, kue, *confectionary*/kembang gula cokelat).

A. Pengendalian mutu dan perancangan fasilitas produksi

Pengendalian mutu adalah acuan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang bermutu dan aman untuk dikonsumsi. Hal ini meliputi pengendalian terhadap kualitas baik dari bahan baku, proses, maupun produk akhir. Secara spesifik standar mutu produk mengacu pada SNI tentang Cokelat dan produk-produk cokelat, Biji kakao, Kakao massa, Kakao bubuk. Menurut SNI acuan yang berkaitan dengan fasilitas atau bangunan produksi kakao mengacu pada standar Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia No.75/M-IND/PER/7/2010 tentang Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (Good Manufacturing Practice) maupun standar lain yang berlaku. Ruang lingkup Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik yang diambil adalah aspek yang dapat ditransformasikan ke dalam aspek perancangan.

Menurut Wignosoebroto (2013) perancangan fasilitas pabrik pada hal ini mencakup perancangan fisik bangunan pabrik, perancangan tata letak fasilitas pabrik dan sistem pemindahan material. Tata letak pabrik (*plant layout*) atau tata letak fasilitas (*facilities layout*) didefinisikan sebagai tata cara pengaturan dengan memanfaatkan luas area untuk penempatan mesin atau fasilitas penunjang, kelancaran gerakan material (produk), penyimpanan material baik bersifat sementara atau permanen, personel pekerja dan sebagainya. Menurut Wignosoebroto (2003:76) secara singkat tahapan dalam perancangan tata letak adalah : analisa produk, analisa proses, analisa pasar, analisa macam dan jumlah mesin/peralatan serta luas area, pengembangan alternatif tata letak, perancangan tata letak mesin dan departemen dalam pabrik.

B. Pengembangan produk dan fasilitas produksi

Dalam perancangan pabrik, dapat dilakukan dalam kondisi perencanaan pabrik baru atau perencanaan kembali (*redesign* atau *replanning*). Wignosoebroto (2013) menyebutkan bahwa perencanaan kembali suatu pabrik dapat dilakukan jika terdapat alasan tertentu seperti adanya perubahan desain produk, adanya perubahan lokasi pabrik, adanya perubahan peningkatan volume sehingga membawa perubahan fasilitas produksi

yang telah ada, adanya keluhan yang dialami pekerja, atau adanya kemacetan-kemacetan dalam aktivitas pemindahan bahan, gudang yang terlalu sempit dan lain-lain.

Pada awalnya pabrik hanya memproduksi biji kakao kering dari gapoktan untuk diekspor, dan mulai mengolah permen cokelat dengan bahan baku bubuk cokelat dari perusahaan lain. Saat itu perusahaan mampu menghasilkan 300 kg/ hari produk cokelat, dan cukup diminati konsumen. Pengembangan jangka panjang dari CV. Guyub Santoso adalah dibangunnya sebuah pabrik dengan mengolah bahan baku (biji kakao) menjadi kakao *liquor (mass)*, sebagai bahan utama pembuatan cokelat atau makanan berbasis cokelat dengan kapasitas produksi 1,800 ton per tahun atau 5 ton perhari. Hal ini sejalan dengan Kementerian Perindustrian dalam Hilirisasi Pembangunan Industri Berbasis Agro (2016), menyebutkan bahwa hilirisasi pengembangan industri berbasis kakao dilakukan melalui pendekatan konsep pembangunan Techno park, termasuk dalam rencana pengembangan adalah Wisata Edukasi Kampung Cokelat, Blitar. Pembangunan hilirisasi untuk IKM cokelat termasuk memperbaiki permasalahan teknologi dan manajemen dalam pengembangan industri. Bahan baku berupa biji kakao basah yang belum terfermentasi dibeli dari gapoktan, selanjutnya diolah dalam satu lokasi pabrik menjadi makanan cokelat.

2.1.3. Produk dan proses pengolahan kakao

A. Spesifikasi produk

Dalam pengolahan biji kakao pabrik akan menghasilkan produk utama yaitu biji kakao kering dan makanan berbasis cokelat (permen cokelat dan bubuk cokelat).

Kategori produk kakao dan cokelat menurut BPOM (2006) :

1. Massa kakao dan cairan kental (*liquor*) cokelat : massa kakao dan cairan kental (*liquor*) cokelat adalah produk yang diperoleh dari penggilingan nib kakao dengan atau tanpa penyangraian, dan dengan atau tanpa pemisahan atau penambahan bahan lain
2. Lemak kakao : lemak yang diperoleh dari hasil pengepresan massa kakao
3. Kakao bubuk : produk kakao berbentuk bubuk yang diperoleh dari massa kakao setelah dihilangkan sebagian lemaknya
4. Cokelat : produk homogen yang diperoleh dari campuran satu atau lebih bahan-bahan yaitu nib kakao, massa kakao, keik/cake kakao, bubuk kakao termasuk bubuk kakao yang diturunkan kandungan lemaknya, dengan atau tanpa penambahan lemak kakao, dengan atau tanpa penambahan bahan lainnya. Jenisnya

antara lain permen cokelat, cokelat putih, cokelat susu, cokelat manis, cokelat krim, cokelat berperisa, cokelat isi, dll.

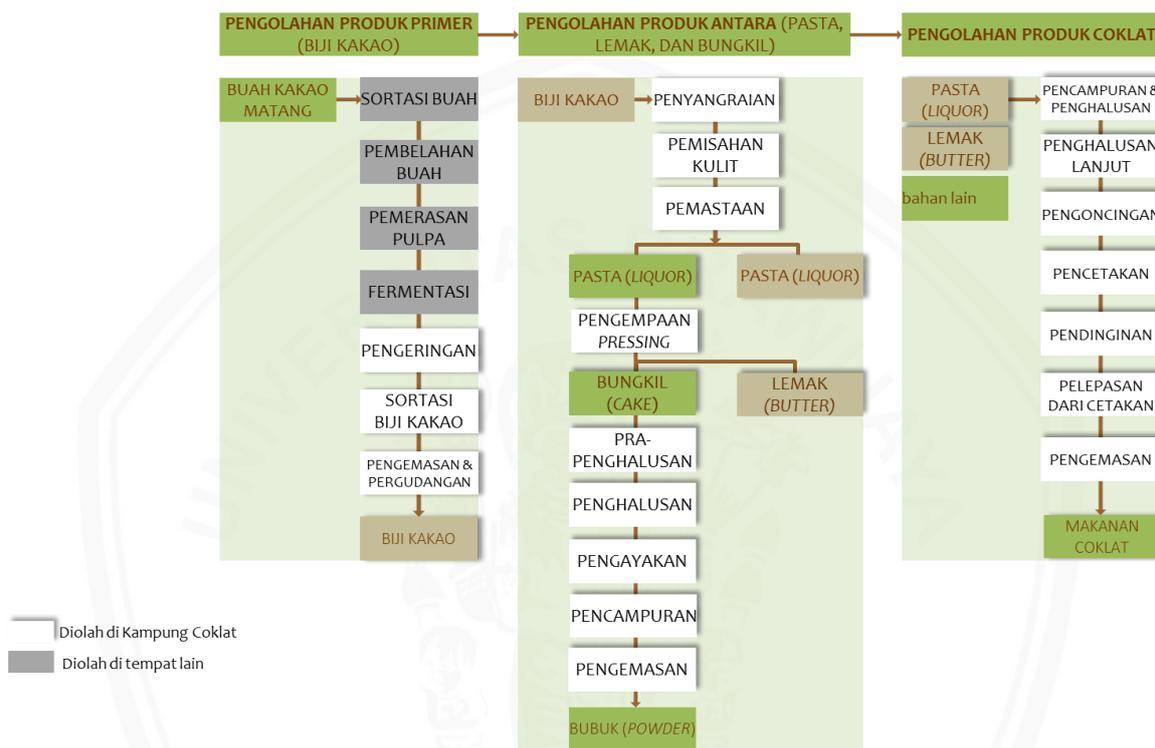
Tabel 2. 1 *Produk primer, antara/sekunder, dan olahan cokelat*

Produk Input	Proses	Produk Output	Ukuran, berat dan bentuk	Kualitas produk yang dikehendaki
 Buah kakao	Pengolahan primer	 Biji kakao kering	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ukuran biji AA, A dan B untuk pasar ekspor ▪ Ukuran biji C dan S untuk pasar lokal ▪ Berat 60 kg/karung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Kadar air maksimal 7,5% ▪ Biji tidak berbau asap, abnormal, atau berbau asing ▪ Tidak ada serangga hidup ▪ Kadar biji pecah/pecahan biji/pecahan kulit maks. 3%
 Biji kakao kering	Pengolahan antara/sekunder	 Pasta kakao	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Syarat mutu, menurut SNI kakao massa dan SNI kakao bubuk ▪ Higieni sesuai dengan CPPOB 	
 Pasta kakao		 Lemak/butter Bungkil/cake		
 Bungkil/cake		 Bubuk/powder		
 Pasta, butter dan tambahan lain  Bubuk powder dan tambahan lain	Pengolahan produk cokelat olahan	 Makanan berbasis cokelat (permen cokelat) Bubuk cokelat	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Cokelat batang (bar/tablets) 45gr/bar <ul style="list-style-type: none"> – Dark chocolate – Milk chocolate – White chocolate ▪ Permen cokelat (original, milk, dark, crispy, rasa buah) ▪ Cokelat bubuk 500 gr/kemasan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Syarat mutu, pengemasan menurut SNI cokelat dan produk-produk cokelat ▪ Higieni sesuai dengan CPPOB

Sumber : SNI Biji Kakao, SNI Cokelat dan produk-produk cokelat, BPOM tentang Kategori Pangan, CV. Guyub Santosa. Kementerian Perindustrian tentang pedoman Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik CPPOB).

B. Proses pengolahan kakao menjadi cokelat

Menurut Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, pengolahan biji kakao menjadi cokelat melalui tiga tahap yaitu pengolahan produk primer, pengolahan produk antara, dan pengolahan produk cokelat. Penanganan pasca panen berupa pemetikan, sortasi dan penyimpanan buah, pengupasan, fermentasi biasanya dilakukan di area dekat dengan kebun kakao berupa tempat pengolahan hasil. Selanjutnya biji kakao akan dikirim ke tempat pengolahan untuk diolah lebih lanjut.



Gambar 2. 1 Proses pengolahan Kakao

Pengolahan produk primer terdiri dari : sortasi buah, pemeraman buah, pemecahan buah, fermentasi, perendaman dan pencucian, pengeringan, penyortiran/pengelompokan, penyimpanan. Proses pengolahan kakao diawali dengan pemanenan buah kakao yang matang. Berikut adalah proses pengolahan buah kakao untuk menghasilkan produk primer (biji kakao):

1. Sortasi buah

Tahap awal pengolahan kakao adalah sortasi buah, yaitu memisahkan buah kakao yang sehat dari buah kakao yang rusak karena penyakit, busuk atau cacat. Sortasi buah dilakukan di area perkebunan, hasil dari proses ini adalah buah kakao sehat.

2. Penyimpanan/ pemeraman buah

Menyimpan buah kakao bertujuan pembentukan cita rasa dan aroma kakao, mempermudah proses fermentasi, menyebabkan pulp lebih mudah terlepas. Proses ini menghasilkan buah kakao yang matang.

Menurut SCCP (*Sustainable Cocoa Production Program*) adalah :

- a. Pemeraman buah dilakukan pada tempat yang terlindung dari matahari langsung dan hujan, dapat dilakukan dikebun
 - b. Buah-buah yang diperam agar ditutup menggunakan terpal/karung untuk menghindari penularan hama/penyakit terutama *phitophthora*
 - c. Menjauhkan dari kemungkinan terkontaminasi bahan kimia, polusi pembakaran dan hewan ternak
3. Pemecahan / Pengupasan buah

Pemecahan buah yaitu mengeluarkan biji dari buahnya. Hasil dari pemecahan buah adalah biji kakao basah. Pecahan buah menggunakan mesin pemecah buah. Limbah kulit buah dapat diolah menjadi pakan ternak atau kompos.

4. Fermentasi

Fermentasi biji kakao merupakan fermentasi tradisional yang melibatkan mikroorganisme indigen dan aktivitas enzim endogen. Fermentasi merupakan inti dari proses pengolahan biji kakao. Fermentasi biji kakao akan menghasilkan prekursor cita rasa, mencokelat-hitamkan warna biji, mengurangi rasa pahit, asam, manis dan aroma bunga, meningkatkan aroma kakao (cokelat) dan kacang (*nutty*), dan mengeraskan kulit biji menjadi seperti tempurung. Saat fermentasi dilakukan pengadukan (pembalikan) berkala. Proses ini menghasilkan biji kakao fermentasi dengan kualitas yang lebih baik.

Persyaratan tempat fermentasi adalah :

- a. Fermentasi dilakukan di tempat teduh dan terlindung dari hujan dan cahaya matahari langsung
 - b. Menggunakan kotak fermentasi dari papan kayu dengan tebal 30 mm yang disusun secara bertingkat
 - c. Pada proses fermentasi menghasilkan cairan pulp dan membutuhkan penampungan serta saluran sanitasi
5. Pengeringan

Pengeringan adalah proses penurunan kadar air biji kakao menjadi 7-8%, bertujuan mengentikan proses fermentasi dan biji kakao tidak mudah tumbuh kapang maupun

jamur. Proses dapat dilakukan secara menjemur konvensional, dengan mesin pengering atau keduanya.

Persyaratan untuk area pengeringan/penjemuran :

- a. Penjemuran ini dapat dilakukan di atas permukaan terpal, lantai semen, atau di atas para-para/meja pengering dengan cara dihamparkan (5-7 kg biji basah per m² luas alas penjemuran)
- b. Untuk menghindari kontaminasi kotoran, hamparan biji kakao di lantai jemur atau di atas para-para di tutup plastik transparan.
- c. Penjemuran memerlukan waktu yang cukup lama, area yang luas dan kondisi cuaca yang baik. Biji dibalik setiap 2 jam pada saat cuaca cerah dan lebih sering jika berawan.

Pengeringan dengan mesin atau mekanis akan lebih fleksibel dibanding dengan menjemur. Namun pengeringan mekanis membutuhkan investasi dan biaya operasi lebih mahal.



Gambar 2.2 a. Proses pengeringan secara manual, b. mesin pengering

6. Sortasi biji

Proses sortasi dilakukan untuk mengelompokkan fisik biji yaitu memilah biji yang bulat, gepeng, keriput, pecah dan memisahkan dari kotoran atau benda asing. Sortasi biji kakao dilakukan secara mekanis menggunakan mesin sorting. Penerangan yang cukup dibutuhkan karena diperlukan pengawasan operator saat mesin beroperasi. Proses ini menghasilkan biji kakao yang seragam menurut golongan mutu dan standar kriteria ekspor.



Gambar 2.3 a. Proses sortasi secara manual, b. mesin sortasi

7. Penyimpanan

Menurut Widyotomodkk (2010), pengepakan/pengemasan biji kakao pada karung (kapasitas 60 kg) yang telah diberi label yang menunjukkan jenis mutu dan identitas produsen.

- a. Biji kakao disimpan di ruang gudang terpisah, bersih, penerangan yang memadai, kelembaban tidak melebihi 75%, ventilasi cukup, terlindung dari hama
- b. Penumpukan karung diberi alas palet dari papan kayu setinggi 10 cm, tidak menempel dinding dengan jarak 15-20 cm dari dinding dan langit-langit
- c. Gudang harus dalam keadaan kering, dan dapat mencegah air masuk saat musin hujan



Gambar 2.4 Proses penyimpanan biji kakao

Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia menyebutkan bahwa setelah proses pengolahan primer kakao, proses selanjutnya adalah pengolahan sekunder kakao, yaitu pengolahan yang menghasilkan bahan setengah jadi berupa pasta, lemak dan bubuk kakao. Widyotomo, Mulanto dan Handaka (2010) menyebutkan bahwa setiap ton pasta coklat membutuhkan 1,2-1,25 ton biji kakao kering. Pasta coklat akan diproses lanjut menjadi lemak dan bubuk coklat yang merupakan bahan baku utama berbagai produk makanan atau minuman coklat. Berikut adalah proses pengolahan sekunder kakao sampai menjadi makanan olahan coklat.

1. Pembersihan

Setelah proses sortasi biji kakao akan dibersihkan dari kotoran. Toleransi sanitasi lingkungan pada proses ini belum terlalu ketat dibandingkan proses selanjutnya. Pembersihan dapat dilakukan dengan mesin, dengan memanfaatkan perbedaan sifat fisik (ukuran) dan sifat magnet (logam dan non logam) antara biji kakao dan kontaminannya. Jika ditemukan kontaminan organik akan menyebabkan pencemaran produk (sulit dicerna), kesulitan proses lanjut dan kerusakan mesin.

Mesin pembersihan dapat berupa pengayak bertingkat, pengisap debu (siklon), dan perangkat logam dengan sistem magnet.

2. Penyangraian

Proses penyangraian adalah proses pemanasan biji kakao yang bertujuan untuk mengembangkan rasa, aroma, warna, memudahkan pelepasan kulit dari biji, mengurangi kadar air dan mengendorkan kulit sehingga dengan mudah dapat dipisahkan kulitnya. Proses penyangraian menggunakan mesin sangrai berbentuk silinder.



Gambar 2.5 Proses penyangraian biji kakao

3. Pemisahan kulit biji

Proses pemisahan kulit bertujuan untuk mendapatkan inti kakao yaitu nib dengan cara dipecah. Pecahan biji mempunyai ukuran relatif besar dan seragam, sedangkan kulit biji yang sifatnya rapuh memiliki ukuran yang lebih halus. Karena perbedaan fisik tersebut maka proses pemisahan dapat mudah dilakukan dengan cara menggunakan hembusan kipas. Proses pemisahan kulit biji kakao dilakukan dengan mesin *winning*.



Gambar 2.6 a. Proses pemisahan kulit biji kakao, b. Gambar nib dan kulit biji kakao

4. Alkalisasi

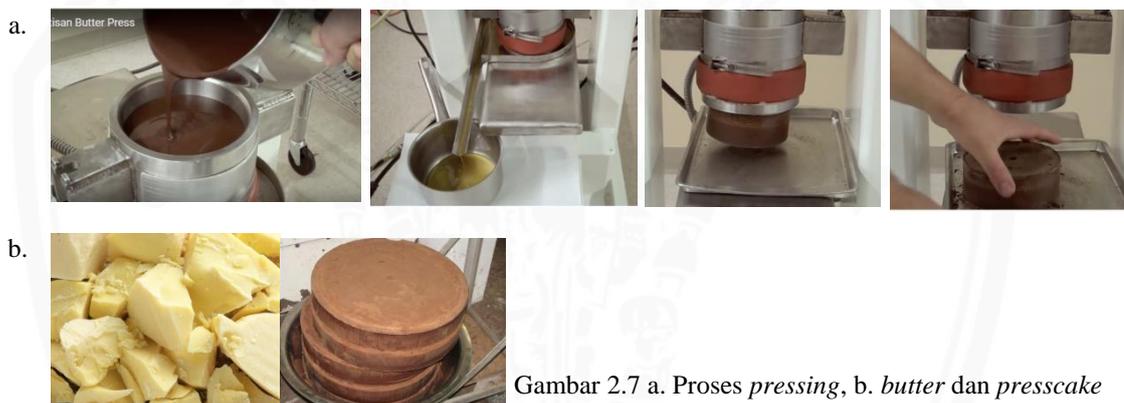
Larutan alkali yaitu potassium karbonat atau sodium karbonat disemprotkan pada tangki yang berisi inti/nib kakao. Proses ini bertujuan meningkatkan pH inti kakao, dari 5,4 hingga pH netral.

5. Pemastaan

Pemastaan merupakan proses penghancuran/pelumatan/penghalusan pecahan-pecahan nib menjadi ukuran tertentu ($<20\mu$) sehingga menjadi pasta. Penghancuran bertujuan untuk memperbesar luas permukaan kakao, sehingga saat proses pengempaan akan menghasilkan lebih banyak kakao yang diekstrak. Proses ini dilakukan dua atau tiga tingkat, diawali dengan menggunakan mesin tipe silinder atau pemasta kasar setelah itu dilanjutkan dengan mesin silinder berputar sampai membentuk pasta dengan kehalusan tertentu. Pasta yang terbentuk selanjutnya disimpan dalam wadah higienis.

6. Pengempaan/ pressing

Pengempaan adalah proses memisahkan lemak kakao dari pasta kasar yang telah dihasilkan dengan mesin press. Proses pengempaan akan menghasilkan lemak kakao dan bungkil kakao. Pengempaan menggunakan alat kempa hidrolis dengan dinding silinder dengan lubang penyaring lemak.



Gambar 2.7 a. Proses *pressing*, b. *butter* dan *presscake*

7. Pembubukan

Pembubukan adalah proses penghalusan bungkil hasil pengempaan dengan alat penghalus/ breaker. Untuk memperoleh ukuran yang seragam, setelah penghalusan perlu dilakukan pengayakan. Bubuk kakao halus merupakan produk yang siap jual. Produk bubuk kakao tersebut dapat divariasikan menjadi cokelat bubuk manis dengan mencampur bubuk kakao, susu, gula dan bahan tambahan lain dengan proporsi tertentu.



Gambar 2.8 Proses pembubukan

8. Pencampuran

Proses pencampuran pasta dengan susu, gula serta bahan lain sampai membentuk adonan cokelat. Pencampuran dilakukan dengan mesin pencampur.

9. Pematangan dan Homogenisasi

Setelah itu adonan mengalami penghalusan lanjut, agar adonan menghasilkan ukuran partikel mendekati 20 mikron dengan suhu tertentu. Proses ini juga bertujuan menguapkan sisa air dan senyawa penyebab cacat cita rasa (*off-flavor*). Proses pematangan dan homogenisasi sangat tergantung pada bahan adonan dan tujuan akhir hasil olahan. Suhu pematangan dan homogenisasi produk cokelat adalah 49-52°C jika penggunaan susu kental, 60°C jika penggunaan susu bubuk full cream, dan 70°C jika menggunakan susu bubuk skim.



Gambar 2.9 Proses *refining* dan *conching*

10. Tempering dan Pencetakan

Proses tempering bertujuan untuk menghasilkan cetakan cokelat yang baik, pertama mendinginkan adonan selama 15-25 menit, setelah dingin cokelat turun secara perlahan menjadi 30-31°C. Proses penuangan adonan ke dalam cetakan, suhu adonan akan terus turun sampai 26°C. Di dalam cetakan suhu adonan akan meningkat kembali mendekati suhu kamar.



Gambar 2.10 Proses *tempering* dan *moulding* (pencetakan)

11. Pendinginan

Adonan cokelat dalam cetakan dimasukkan dalam lemari pendingin bersuhu 20°C selama 30 menit agar adonan menjadi beku. Adonan padat atau permen cokelat dilepaskan dari cetakan dengan cara membalik cetakannya dan permen cokelat akan terlepas.



Gambar 2.11 Proses *demoulding*

12. Pengemasan

Permen coklat dibungkus dengan lembaran aluminium tipis (*foil*) dan dikemas dengan kertas label (*merk*).



Gambar 2.12 proses pengemasan

13. Penyimpanan

Untuk menjaga mutu coklat tetap baik, setelah pengemasan sebaiknya disimpan selama 1-2 minggu pada suhu 25°C. Penyimpanan produk di toko membutuhkan kondisi ruang yang bersih, kering dan dingin.

2.1.4. Mesin dan peralatan pengolahan kakao

A. Kapasitas dan kebutuhan mesin

Salah satu penentu kualitas produk akhir kakao adalah sarana pengolahan atau penerapan teknologi pada seluruh tahapan proses pengolahan biji kakao menjadi coklat. Spesifikasi alat dan mesin yang digunakan harus didefinisikan dengan jelas agar sesuai dengan kebutuhan serta menjamin kepastian mutu. Menurut BPOM (2012) persyaratan bahan peralatan produksi sebaiknya terbuat dari bahan yang kuat, tahan lama, tidak beracun, dapat dibersihkan, permukaan yang kontak langsung dengan makanan harus halus, dan tidak menimbulkan pencemaran. Berikut adalah spesifikasi dari mesin-mesin pengolah kakao.

Tabel 2. 2 *Mesin Pengolahan Cokelat*

Keterangan	Gambar
Mesin pengering biji kakao Kapasitas : 750 kg/batch Dimensi :8x3x3.9 Waktu pengeringan berkisar 30-40 jam	

Mesin sortasi biji kakao
 Kapasitas : 1200 kg/jam
 Tipe: meja getar
 Mesin sortasi berfungsi untuk memisahkan biji kakao dari kotoran dan ukuran yang seragam



Mesin sangrai kakao (*roaster*)
 Kapasitas : 50 kg/batch
 Dimensi : 2.9x1.2x2
 Tipe : silinder datar berputar
 Dilengkapi dengan unit pendingin dengan sistem pengadukan otomatis.



Mesin pemisah kulit kakao (*winnower*)
 Kapasitas : 100 kg/jam
 Dimensi : 1.1x0.9x1.6
 Berfungsi untuk memisahkan nib/daging biji dengan kulit



Mesin pemasta kasar
 Kapasitas : 50 kg/jam
 Dimensi : 0.8x0.3x1.4
 Tipe : ulir horizontal
 Menghancurkan nib untuk dijadikan pasta kasar



Mesin pressing
 Kapasitas : 200 kg
 Dimensi : 1.5x1.1x2.6
 Berfungsi untuk memisahkan pasta dari lemak/*butter*. Menghasilkan bungkil dan lemak kakao



Mesin penghalus bungkil
 Kapasitas : 25 kg/jam
 Dimensi : 2x2.75x2
 Tipe : roll silinder
 Berfungsi untuk menghancurkan cake / bungkil kakao



Mesin pengayak
 Kapasitas : 25-30 kg/jam
 Dimensi : 1040x840x1500
 Tipe : meja getar
 Berfungsi untuk menghaluskan bubuk kakao menjadi partikel lebih kecil



Mesin pencampur bubuk
 Kapasitas : 10-25 kg/batch
 Dimensi : 0.9x1x1.2 m
 Tipe : silinder hexagonal
 Mencampur bubuk kakao dengan bahan tambahan lain untuk dijadikan minuman serbuk kakao



Mesin penghalus refiner Kapasitas : 1000 L
 Dimensi : 2.5x2x2.2
 Tipe : ball mill
 Menghaluskan pasta kasar dengan sistem pemanas



Mesin penghalus adonan cokelat *conching*
 Kapasitas :
 Dimensi :
 Tipe : roll



Tempering, pencetakan, pendinginan
 Kapasitas :
 Dimensi :
 Tipe : meja



Sumber : Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia

B. Peralatan pemindahan bahan

Alat pemindahan atau material handling meliputi penanganan (*handling*), pemindahan (*moving*), pembungkusan (*packaging*), penyimpanan (*storing*) sekaligus pengendalian/pengawasan (*controlling*) dari bahan dengan segala bentuknya. Pemilihan peralatan pemindahan bahan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu :

- Faktor bangunan, yaitu ukuran bangunan, jarak kolom, lebar jalan lintasan
- Faktor metode kerja, yaitu jenis dan prinsip kerja mesin, urutan proses
- Produk dan bahan, yaitu ukuran produk, berat produk, karakteristik khusus yang dimiliki produk

Tipe peralatan pemindahan bahan adalah :

a. Peralatan pemindahan bahan dengan lintasan tetap

Fungsi utama dari peralatan tipe ini adalah membawa (*convey*) bahan atau produk yang ada. Termasuk dalam kelompok peralatan ini adalah conveyor yang secara permanen terpasang sesuai lintasan.

b. Peralatan pemindahan bahan yang bergerak bebas (*mobile*)

Fungsi utama dari peralatan ini adalah maneuvering atau transporting benda kerja dan bergerak sepanjang jalan lintasan. Termasuk dalam peralatan ini adalah *fork lift truck*, *skid truck*, dan lain-lain *industrial vehicle* yang digunakan di dalam maupun diluar bangunan.

c. Perlengkapan bantu pemindahan/penyimpanan bahan

Adalah peralatan yang umum dipergunakan untuk membuat lebih efektif aktivitas pemindahan yang diinginkan. Termasuk dalam kelompok ini adalah *hand truck*, *hand jacks*, *dollies*, *dock plates*, *skid boxes*, *racks*, *bins*, *shelves*, dan lain-lain.

Tabel 2. 3 *Perlengkapan bantu pemindahan/penyimpanan bahan*

Material handling	Gambar
<i>Hand truck</i>	
<i>Dollies</i>	
Rak	
Ember	

2.2. Tinjauan Bangunan Industri pengolahan kakao

A. Bangunan industri pengolahan makanan

Menurut Klasifikasi Baku Lapangan Usaha (2015) Industri kakao, cokelat dan kembang gula termasuk dalam kategori industri pengolahan makanan kategori C. Menurut SNI acuan yang berkaitan dengan fasilitas atau bangunan produksi kakao secara umum mengacu pada standar Peraturan Menteri Perindustrian Republik Indonesia No.75/M-IND/PER/7/2010 tentang Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (Good Manufacturing Practice) dan jaminan keamanan pangan berbasis SNI ISO CAC/RCP 1:2011 yang didalamnya termasuk *Hazard Analysis Critical Control Point* (HACCP) maupun standar lain yang berlaku. Standar ini memiliki tujuan menghasilkan olahan yang bermutu, aman untuk dikonsumsi, meningkatkan produktifitas dan efisiensi industri pengolahan pangan. Selanjutnya dari beberapa standar atau acuan akan dipilah aspek yang dapat ditransformasikan dalam desain perancangan.

Tabel 2. 4 *Ruang lingkup bangunan industri pengolahan makanan*

Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik (CPPOB)	SNI ISO CAC/RCP 1:2011
1. Lokasi	1. Lokasi
2. Bangunan <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desain dan tata letak ▪ Struktur ruangan 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sarana produksi 2. Bangunan dan ruangan <ul style="list-style-type: none"> ▪ Desain dan tata letak ▪ Struktur internal dan kelengkapannya
3. Fasilitas sanitasi <ul style="list-style-type: none"> ▪ Sarana penyediaan air ▪ Sarana pembuangan air limbah ▪ Sarana pembersihan/pencucian ▪ Sarana toilet ▪ Sarana higiene karyawan 	3. Fasilitas <ul style="list-style-type: none"> ▪ Persediaan air ▪ Drainase dan pembuangan limbah ▪ Pembersihan ▪ Fasilitas higiene karyawan dan toilet ▪ Pengendalian suhu ▪ Kualitas udara dan ventilasi ▪ Pencahayaan ▪ Penyimpanan
4. Mesin dan peralatan <ul style="list-style-type: none"> ▪ Tata letak mesin dan peralatan 	4. Aspek kunci dan sistem pengendalian <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pengendalian suhu ▪ Kontaminasi silang
5. Pengawasan proses <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pencahayaan yang sesuai untuk aktivitas pengawasan ▪ Material ruangan berwarna terang untuk memudahkan pengawasan ▪ Area penyimpanan bahan baku dan tambahan terpisah 	5. Pemeliharaan dan pembersihan
6. Laboratorium	6. Sistem pengendalian hama
7. Penyimpanan <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ruang penyimpanan bahan dan produk akhir ▪ Ruang penyimpanan mesin/peralatan produksi 	7. Pengelolaan limbah
8. Pemeliharaan dan program sanitasi <ul style="list-style-type: none"> ▪ Pembersihan pada ruang produksi ▪ Pengendalian hama pada bangunan 	

Sumber : Cara Produksi Pangan Olahan yang Baik, Kementerian Perindustrian(2010), SNI ISO CAC/RCP 1:2011

B. Spesifikasi bangunan industri pengolahan kakao

Pengolahan kakao memiliki persyaratan khusus yang berkaitan dengan karakter produk dan mutu produk. Beberapa proses pengolahan membutuhkan penanganan khusus dan persyaratan ruang selain persyaratan pada bangunan pengolahan makanan pada umumnya.

▪ Penjemuran

Widyotomo dkk (2010) menyebutkan bahwa metode pengeringan dapat dilakukan dengan penjemuran, menggunakan alat pengering mekanis, atau keduanya. Menurut SCCP (2013) pada proses pengeringan dengan penjemuran, biji dihamparkan di atas alas seperti terpal plastik, tikar, sesek bambu, atau lantai semen. Tebal lapisan biji mencapai 5 cm (2-3 lapis biji) dengan lama penjemuran pada cuaca panas dan cerah selama 7-8 jam sehari. Selama penjemuran dilakukan, hamparan biji perlu dibalikkan 1-2 jam sekali. Lama penjemuran bisa berlangsung lebih dari 10 hari, tergantung dari cuaca dan keadaan lingkungan. Penjemuran pada lantai jemur kurang disukai karena bisa terkontaminasi kotoran ternak, unggas, atau debu. Selain itu, adanya asam asetat pada biji fermentasi bisa menyebabkan lantai jemur cepat rusak. Di Asia Tenggara dan Amerika Latin, pengeringan dilakukan di atas lantai berkayu dengan atap yang dapat digeser dan sebagai alternatif adalah pengeringan dengan lantai/alas yang dapat digeser tetapi atapnya tetap.

Penelitian telah dilakukan untuk mengefisienkan penjemuran dengan membuat beberapa jenis pengering matahari. Alat ini beralaskan bambu dan ditutup dengan plastik UV (ultraviolet). Penutup dapat dibuka untuk memudahkan pengadukan. Pengering jenis ini dikatakan dapat mempercepat pengeringan dengan hasil biji kakao kering bermutu baik.



Gambar 2.13 Penjemuran biji kakao

▪ Penyimpanan

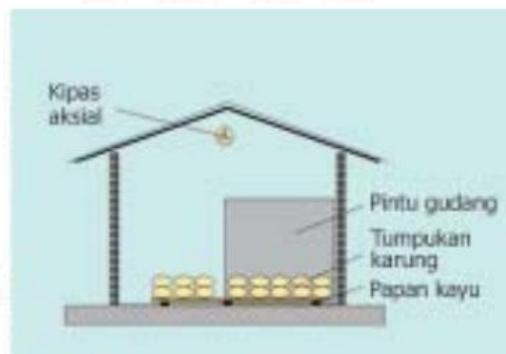
Ketentuan dari mutu biji kakao adalah kekeringan dari biji, tidak berjamur, tidak tumbuh kapang, tidak mengandung kotoran. Dari ketentuan tersebut maka ruangan pengolahan produk primer/biji kakao harus memiliki beberapa karakteristik untuk menjaga

mutu biji. Antara lain ruangan kering, tidak lembab, bebas hama, sirkulasi udara lancar. Kelembaban juga menjadi hal yang perlu diwaspadai pada saat musim hujan, ketinggian lantai, konstruksi atap perlu diperhatikan agar air tidak masuk dalam ruang penyimpanan.

Biji kakao yang telah kering dimasukkan ke dalam karung goni. Tiap goni diisi 60 kg biji cokelat kering, kemudian karung tersebut disimpan dalam gudang yang bersih, kering, dan memiliki lubang pergantian udara. Penyimpanan di gudang sebaiknya tidak lebih dari 6 bulan, dan setiap 3 bulan harus diperiksa untuk melihat ada tidaknya jamur atau hama yang menyerang.

Hal yang perlu kita perhatikan dalam pengurangan dan penyimpanan biji kakao kering adalah:

- Biji kakao tidak disimpan dalam satu tempat dengan produk pertanian lainnya atau para para dapur yang berbau keras, karena biji kakao dapat menyerap bau-bauan tersebut.
- Saat menyimpan biji kakao diupayakan dalam kondisi kering (kadar air 7-8%), dan jangan bersentuhan langsung dengan lantai karena akan memicu kelembaban yang akan memicu timbulnya jamur.
- Tempat penyimpanan diupayakan mempunyai sirkulasi udara yang baik, jauh dari tempat yang berbau tajam (penyimpanan pupuk, kandang hewan) agar terhindar dari kontaminasi pada biji kakao.
- Antara lantai dan wadah biji kakao diberi jarak ± 8 cm dan jarak dari dinding ± 60 cm.



Gambar 2.14 Gudang penyimpanan biji kakao

- Produksi makanan berbasis cokelat

Pada proses pasca roasting/penyangraian, aspek higienis lebih diperhatikan, hal ini terkait dengan produk cokelat yang rentan terhadap bakteri salmonella. Bakteri salmonella sendiri dapat ditimbulkan dari berbagai sumber antara lain pekerja/karyawan, ruangan yang kotor, sampah, udara, air yang tercemar bakteri. Maka dari itu aspek higienis dalam zona ini perlu ditingkatkan, dengan cara pemisahan ruang dengan zona basic (pengolahan

biji kakao) dan penataan tata massa agar tidak terjadi kontaminasi silang, penambahan barrier, pemisahan sirkulasi produk maupun karyawan antara zona basic dan zona medium, peningkatan higienis karyawan dan produk yang masuk. selain aspek higienis pada zona medium terdapat beberapa produk yang memiliki sifat yang berbeda, yaitu produk lemak (butter), bubuk (powder), pasta (liquor/mass) dan produk akhir cokelat.

2.2.1. Desain dan tata letak

Menurut Wignosoebroto (2003), desain bangunan pabrik setidaknya dapat memanfaatkan cahaya alami. Secara umum bentukan bangunan industri adalah bentuk I, L, E, T, U, H atau F, disesuaikan dengan aliran material yang digunakan. Secara umum jarak kolom yang lebar digunakan dalam bangunan pabrik, karena dapat meningkatkan efisiensi dan fleksibilitas aliran material.

Menurut Becket (2009) tata letak bangunan ruang produksi pengolahan kakao didasari oleh zonasi higienis. Pada proses pengolahan biji kakao (zona *basic*) perlu dipastikan tidak ada kontaminasi silang dari biji mentah ke tahapan pasca roasting (zona medium) dan selanjutnya. Area penyimpanan dan pengolahan biji kakao (zona *basic*) perlu dipisahkan.

Tabel 2. 5 *Pembagian zonasi berdasarkan higienis proses*

Zona 0 (Basic)	
Deskripsi	Penerimaan/ gudang/ proses produksi produk terbuka dengan tingkat kontaminasi tinggi (pengolahan produk primer/biji kakao)
Persyaratan	Perlindungan mutlak terhadap area yang dekat/berdampingan terhadap kontaminasi
Ventilasi	- Pengondisian udara terpisah - Pengondisian udara dengan tekanan rendah - Mempertimbangkan udara luar dapat masuk
Zona 1 (Medium)	
Deskripsi	Penerimaan bahan baku, pengiriman, gudang, penanganan produk kemasan dengan resiko kontaminasi tinggi, berhadapan langsung dengan area luar
Persyaratan	Meminimalkan kontaminasi dari area luar Perlindungan terhadap area yang dekat terhadap kontaminasi
Ventilasi	Pengondisian udara dengan tekanan rendah
Zona 2 (Medium)	
Deskripsi	Area pengemasan produk akhir/gudang produk akhir
Persyaratan	-
Ventilasi	Pengondisian udara central dengan ruang control terpisah, peralatan pengondisian udara dapat digabung/dipisahkan dengan zona 1
Zona 3 (High)	

Deskripsi	Gudang/proses produksi produk setengah jadi
Persyaratan	Menghindari kontaminasi dari areadengan kontaminasi tinggi
Ventilasi	Pemisahan pengondisian udara dengan ruang operasi di luar Unit pengondisian udara mudah dibersihkan Unit pengondisian udara memberikan tekanan lebih

Sumber: Pengantar Pengolahan Pangan, www.sollich.com, *Recommendations for Air-Conditioning in Production and Storage Areas in the Confectionery Industry*.

2.2.2. Struktur dan material bangunan

1. Lantai dan pondasi

- a. Lantai dan pondasi harus cukup kuat untuk untuk menunjang segala peralatan dan produk yang ada menerima getaran, benturan, kemampuan menyerap suara bising
- b. Lantai rata, halus tapi tidak licin, memudahkan pembuangan atau pengaliran air, tahan air, mudah dibersihkan, bahan non toksik.
- c. Pertemuan antara dinding dan lantai berbentuk konus (bukan sudut) untuk kemudahan pembersihan
- d. Kelembaban yang tinggi dapat terjadi saat musim hujan atau pada malam hari, jika tidak ditangani dapat menimbulkan jamur atau tumbuhnya kapang pada biji kakao atau produk cokelat, kelembaban dapat diatasi dengan penambahan ketinggian lantai produksi dan pemakaian pelapis kedap air di atas sloof.

2. Dinding dan partisi

- a. Dinding atau pemisah ruangan sebaiknya dibuat dari bahan kedap air, rata, halus, berwarna terang, tahan lama, tidak mudah mengelupas sampai ketinggian yang sesuai untuk operasional bahan pangan
- b. Dinding atau pemisah ruangan dalam keadaan bersih dari debu, lendir, dan kotoran lainnya
- c. Dinding atau pemisah ruangan mudah dibersihkan

3. Atap dan Langit-langit

Atap dengan bentuk datar biasanya banyak digunakan. Tinggi langit-langit umumnya 3 sampai 5 meter jika tanpa pemanas/pendinginan atau sekitar 6 meter apabila dikehendaki adanya ventilasi. Langit-langit dapat dibersihkan dan tahan terhadap uap atau asap.

- a. Langit-langit dibuat dari bahan yang tahan lama, tahan terhadap air, tidak mudah bocor, tidak mudah terkelupas atau terkikis,
 - b. Permukaan langit-langit sebaiknya rata, berwarna terang dan jika di ruang produksi menggunakan atau menimbulkan uap air sebaiknya terbuat dari bahan yang tidak menyerap air dan dilapisi cat tahan panas,
 - c. Konstruksi langit-langit sebaiknya didesain dengan baik untuk mencegah penumpukan debu, pertumbuhan jamur, pengelupasan, bersarangnya hama, memperkecil terjadinya kondensasi
 - d. Langit-langit dalam keadaan bersih dari debu, sarang labah-labah.
4. Pintu
- a. Pintu dibuat dari bahan tahan lama, kuat, rapat, tidak mudah pecah atau rusak, rata, halus, berwarna terang
 - b. Pintu luar bagian bawah dilapisi metal/alumunium untuk mencegah hama merayap
 - c. Pintu yang dilengkapi kasa yang dapat dilepas untuk memudahkan pembersihan dan perawatan
 - d. Pintu ruang produksi didesain membuka ke luar / ke samping sehingga debu atau kotoran dari luar tidak terbawa masuk melalui udara
5. Jendela dan ventilasi (lubang angin)
- a. Jendela dibuat dari bahan tahan lama, kuat, tidak mudah pecah atau rusak
 - b. Permukaan rata, halus, berwarna terang, dan mudah dibersihkan, mencegah penumpukan debu
 - a. Ventilasi dilengkapi dengan kasa/pelindung untuk mencegah masuknya serangga dan mengurangi masuknya kotoran
 - b. Kasa pada ventilasi dapat dilepas untuk pembersihan dan perawatan

2.2.3. Sistem penghawaan

Menurut Sugiono (2003:23), ventilasi alami maupun mekanis dibutuhkan untuk meminimalkan kontaminasi pangan melalui udara, mengendalikan suhu ruang, mengendalikan bau yang berpengaruh terhadap kelayakan pangan, dan mencegah kelembaban.

Diperlukan *barrier* atau penghambat pada area-area dengan tingkat higienis lebih tinggi. Aliran udara serta pergerakan karyawan harus dirancang untuk mencegah masuknya debu biji kakao mentah ke dalam zona produk antara (medium) dan seterusnya.

Pengolahan produk kakao berhubungan dengan panas, debu dan kelembaban. Sistem penghawaan pada produksi kakao juga berfungsi mengurangi kondensasi, debu dan emisi saat proses pengolahan produk primer, antara maupun cokelat. Jika menggunakan sistem penghawaan, sebaiknya dirancang agar tidak menjadi sumber kontaminasi, yaitu peletakan *air supply* tidak berlokasi di sumber kontaminasi, dilengkapi filter yang sesuai, duct diletakkan diluar ruang produksi, dan mudah dibersihkan.

Sistem pembuangan udara (*exhaust*) dirancang untuk memiliki kapasitas yang cukup untuk membuang kelebihan panas, debu, uap, aerosol, bau dan debu biologis dari ruang proses. Dengan kombinasi pasokan udara (tekanan positif) dan sistem exhaust yang tepat, maka akan mendorong uap, asap, dan lain-lain melalui saluran tersebut.

2.2.4. Sistem Pencahayaan

Menurut Sugiono (2003:24) pencahayaan alami maupun buatan dibutuhkan dalam ruang produksi dibutuhkan untuk memudahkan pelaksanaan operasional yang higienis. Sistem pencahayaan pada ruang industri pada umumnya menggunakan general lighting dan direct lighting

- a. Tingkat pencahayaan untuk general lighting 220 lux
- b. 540 lux pada titik-titik pemeriksaan dimana pemantauan dan penyortiran
- c. 110 lux cocok untuk daerah penyimpanan
- d. Semua lampu di ruang produksi dilengkapi pelindung/penutup dengan bahan transparan untuk melindungi pangan jika fasilitas tersebut rusak/pecah. Tersembunyi atau sejajar dengan langit-langit.
- e. Pencahayaan eksterior, lampu dipasang dengan tiang yang berjarak kurang lebih 9 meter dari bangunan dan menyorot ke arah pintu eksterior

2.2.5. Sarana dan prasarana penunjang higienis

Untuk memperoleh lingkungan pekerjaan yang aman, nyaman dan memenuhi kualitas ruang produksi, maka bangunan harus dilengkapi dengan fasilitas penunjang industri. Sarana dan prasarana dirancang menurut persyaratan hygiene menurut BPOM (2012) adalah :

1. Sarana pembersihan/pencucian
 - a. Fasilitas untuk pembersihan pangan, peralatan dan perlengkapan disediakan secara memadai dan sesuai

- b. Tersedia alat pembersihan/pencucian produk, peralatan, perlengkapan dan bangunan (lantai, dinding, langit-langit)
 - c. Sarana pembersihan dilengkapi dengan sumber air bersih
 - d. Air panas disediakan dan digunakan untuk membersihkan peralatan tertentu, terutama berguna untuk melarutkan sisa lemak dan tujuan disinfeksi
2. Sarana Toilet
 - a. Didesain dan dikonstruksi dengan memperhatikan persyaratan higiene, sumber air yang mengalir dan saluran pembuangan
 - b. Diberi tanda peringatan bahwa setiap karyawan harus mencuci tangan dengan sabun sesudah menggunakan toilet
 - c. Terjaga dalam keadaan bersih dan tertutup
 - d. Mempunyai pintu yang membuka ke arah luar ruang produksi
 - e. Dilengkapi fasilitas ruang ganti dan *locker* yang memadai
 3. Sarana cuci tangan
 - a. Diletakkan di dekat ruang produksi, dilengkapi air bersih dan sabun cuci
 - b. Dilengkapi dengan alat pengering tangan seperti handuk, lap/kertas serap
 - c. Dilengkapi dengan tempat sampah yang tertutup
 4. Pencegahan akses hama
 - a. Lubang, saluran pembuangan, yang memungkinkan akses masuk hama harus dijaga agar selalu tertutup
 - b. Penggunaan kawat kassa pada jendela, pintu, dan ventilasi

2.2.6. Limbah dan penanganannya

1. Sistem pembuangan
 - a. Sistem pembuangan limbah didesain untuk mencegah resiko pencemaran pangan dan air bersih
 - b. Sampah segera dibuang ke tempat sampah untuk mencegah tempat berkumpulnya hama atau serangga
 - c. Produk makanan yang digunakan untuk pakan ternak dipisahkan dari limbah dan diolah sesuai persyaratan
2. Sarana pembuangan limbah

- a. Tempat sampah terbuat dari bahan yang kuat dan tertutup rapat untuk menghindari terjadinya tumpahan sampah yang dapat mencemari pangan maupun sumber air
- b. Kontainer pengumpulan sampah dan ruang fasilitas pengolahan limbah dikelola untuk meminimalisir kontaminasi, mudah teridentifikasi, mudah penggunaan dan dibersihkan, dapat ditutup

2.3. Arsitektur Ekologi

Menurut Yeang (2006), *Ecological design is bioclimatic design, design with the climate of the locality, and low energy design*. Arsitektur ekologi dapat diartikan sebagai desain yang nyaman bagi penghuni, responsif terhadap iklim, serta penggunaan energi yang rendah. Konsep ekologis merupakan konsep penataan lingkungan dengan memanfaatkan potensi atau sumberdaya alam dan penggunaan teknologi berdasarkan manajemen etis yang ramah lingkungan. Beberapa konsep Arsitektur Ekologi yang telah ada akan dipaparkan untuk menghasilkan landasan teori, sebagai kajian konsep arsitektur ekologi yang dapat diaplikasikan pada bangunan industri pengolahan kakao.

Menurut Latifah (2015) terdapat kaitan antara arsitektur, iklim dan cuaca. Dari ketiga hal tersebut dapat dibagi menjadi pengendalian termal, penghawaan alami, serta penerangan alami. Green Building Council Indonesia (2013) menyebutkan 12 aspek yang termasuk dalam kriteria dan tolok ukur perancangan bangunan. Dari aspek-aspek tersebut diambil lima aspek yang dapat diaplikasikan pada bangunan industri kakao yaitu penghawaan alami, pencahayaan alami, pengolahan limbah cair, serta sumber dan siklus material.

Landasan teori yang dipakai adalah standar *GREENSHIP* yang dikeluarkan Green Building Council Indonesia dan landasan teori, Frick (2006) tentang Arsitektur Ekologis, dan Latifah (2015) tentang penghawaan alami dan pencahayaan alami. Kriteria dipilih menjadi beberapa poin yang dapat diterapkan pada desain industri kakao. Kriteria yang dibahas dapat diambil dari satu sumber atau lebih, dan disesuaikan dengan kondisi tapak dan fungsi bangunan.

Kriteria yang dipilih menjadi parameter arsitektur ekologi yaitu:

1. Penghawaan alami
2. Pencahayaan alami
3. Keamanan material bangunan

4. Konservasi air
5. Pengolahan limbah cair

2.3.1. Penghawaan alami

Tujuan dari penghawaan alami menurut Latifah (2015) antara lain sebagai kenyamanan termal bagi pengguna, memperoleh *indoor air quality* untuk kesehatan, penghematan energi operasional bangunan, dapat meningkatkan produktivitas kerja

Faktor desain yang terkait dengan pergerakan udara di luar bangunan menurut Latiefah adalah orientasi dan bentuk bangunan, dimensi dan proporsi bangunan, kemiringan atap bangunan, konfigurasi dan kelompok bangunan dan kondisi lingkungan. Selanjutnya faktor desain yang terkait dengan pergerakan udara di dalam ruang adalah orientasi bukaan, lokasi bukaan, dimensi dan rasio luas bukaan, tipe bukaan, pengarah bukaan.

Menurut Frick penyegaran udara dan perlindungan terhadap sinar matahari adalah hal yang mempengaruhi konstruksi gedung. Sistem pasif atau sistem aktif dapat digunakan untuk menyelesaikan persoalan ini. Secara pasif penyegaran udara dapat dilakukan dengan penambahan tanaman peneduh, perlindungan terhadap matahari (penonjolan atap, shading device, penggunaan serambi yang mudur ke dalam bangunan). Secara aktif adalah menggunakan sistem cross ventilation dengan menggunakan peralatan seperti kincir angin, cerobong angin, pembukaan kolong atap untuk menghisap udara.

2.3.2. Pencahayaan alami

Pencahayaan atau penerangan alami memiliki manfaat kenyamanan visual dalam fungsi ruang produksi adalah penanganan produk/bahan dan konservasi energi atau penghematan energi operasional bangunan.

Kendala yang perlu diantisipasi dalam pemanfaatan pencahayaan alami yaitu adanya silau dan ketidaknyamanan termal. Antisipasi ketidaknyamanan termal antara lain dapat dilakukan dengan penambahan shading device. Antisipasi silau dapat dilakukan dengan cara pengaturan dimensi bukaan cahaya dan pemberian sirip pembayang.

Penerangan atau pencahayaan alami adalah pemanfaatan penerangan yang bersumber dari cahaya alam. Berdasarkan letak bukaannya, pencahayaan dibagi menjadi *side lighting* (dinding) dan *top lighting* (atap). Sedangkan berdasarkan kedatangannya, pencahayaan dibagi menjadi pencahayaan langsung dan tak langsung (Latifah, 2015).

Pencahayaan langsung dapat melalui bukaan pada dinding dan atap. Berbagai jenis bukaan pencahayaan alami menurut Latifah (2015) yaitu jendela, *clerestory window*, *skylight*, *sloped glazing*, *sawtooth roof*, dan *light well*.

2.3.3. Material bangunan

Menurut GBCI (2013) kategori bangunan ekologi berdasarkan sumber dan siklus material meliputi Penggunaan Gedung dan Material Bekas, Material Ramah Lingkungan, Penggunaan Refrigeran tanpa ODP, Kayu Bersertifikat, Material Prafabrikasi, dan Material Regional. Dari keenam kategori, yang dapat diterapkan pada bangunan industri kakao di Blitar haruslah disesuaikan dengan lokasi, lingkungan, serta aktifitas yang ada didalamnya.

Tabel 2. 6 *Kriteria material bangunan ekologis*

Kriteria	Deskripsi	Potensi
Kadar racun rendah Emisi minimal	Bahan dengan tingkat toksisitas rendah Bahan tanpa emisi kimia atau emisi kimia rendah (VOC/volatile organic compound dan CFC/chlorofluorocarbons)	Bahan bangunan dengan kadar racun rendah bertujuan untuk menjaga mutu produk maupun kesehatan pengguna
Bahan tahan lama	Bahan yang sebanding bahan tradisional dengan harapan hidup yang panjang	Dengan bahan yang tahan lama maka perawatan menjadi minimal, sehingga aktivitas produksi tidak terganggu
Bahan mudah perawatan (dibersihkan)		Berkaitan dengan aspek higienis, maka bahan bangunan seharusnya mudah untuk dibersihkan
Tahan kelembaban	Produk yang tahan terhadap kelembaban atau menghambat kontaminan	Bahan bangunan yang kering/atau tidak lembab untuk menghindari timbulnya kontaminasi (kotoran,bakteri,jamur)
Material regional	Material lokal	Material yang mudah didapat disekitar tapak.

2.3.4. Konservasi air

Kategori bangunan ekologi berdasarkan upaya konservasi air menurut GBCI (2013) yang diterapkan pada bangunan industri pengolahan kakao adalah meliputi Meteran Air,

Perhitungan Penggunaan Air Daur Ulang Air, Penampungan Air Hujan, Kategori-kategori diatas dapat diterapkan pada bangunan industri kakao di Blitar.

Menurut GBCI (2013) Penampungan air hujan atau limpasan air hujan adalah salah satu sumber kebutuhan air. Tolok ukur dari GBCI yaitu dengan menyediakan tangki penampungan air hujan dengan kapasitas 20% dari air hujan yang jatuh di atap bangunan dengan nilai intensitas curah hujan sebesar 50 mm/hari.

Menurut Heryani (2009), potensi jumlah air yang dapat dipanen dari suatu bangunan bangunan dapat diketahui melalui perhitungan secara sederhana, sebagai berikut: Jumlah air yang dapat dipanen = Luas area x curah hujan x koefisien *runoff*.

2.3.5. Pengolahan limbah

Manajemen lingkungan bangunan menurut GBCI (2013) merupakan salah satu aspek yang dapat dinilai untuk penentuan bangunan memenuhi kriteria arsitektur ekologis atau tidak. Kriterianya meliputi dasar pengelolaan sampah, pengelolaan sampah tingkat lanjut.

Secara umum, pengelolaan limbah cair industri merupakan rangkaian kegiatan yang mencakup reduksi (*reduction*), pengumpulan (*collection*), penyimpanan (*storage*), pengangkutan (*transportation*), pemanfaatan (*reuse, recycling*), pengolahan (*treatment*), dan/ atau penimbunan (*disposal*). Menurut BPPT air limbah akan dialirkan ke dalam bak pengendap awal, air limpasan dari bak pengendap awal dialirkan ke bak kontaktor anaerob, dari bak kontaktor anaerob dialirkan ke bak kontaktor aerob, dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir, selanjutnya air *over flow* dialirkan ke bak khlorinasi. Air olahan, yang dari proses khlorinasi dapat langsung dibuang ke saluran umum.

2.4. Kerangka Teori

