

Konduktivitas Listrik Pulp Kakao dengan Fermentasi dan Pengenceran

Heri Sugito¹ dan Mujasam²

¹ Jurusan Fisika Universitas Diponegoro

² Jurusan Fisika Universitas Negeri Papua

Abstract

Relation between hydrogen ion exponent (acidity) cacao pulp with energy pass electrics (conductivity) checked to know how ability of cacao pulp at various level of hydrogen ion exponents in sending electrics and also how relation between cacaos pulps hydrogen ion exponents ably energies pass the electrics.

Research done by two treatment that is prose process and fermentation of thinning of cacao pulp. Its way beforehand look for resistivity value (ρ) from cacao pulp. From the resistivity value obtained by conductivity value (σ) cacao pulp. If connected between cacaos pulps hydrogen ion exponents with energies pass the electrics out of two the treatment, the result is progressively low degree of acidity of cacao pulp, energy pass the electrics is progressively decline.

Relation between hydrogen ion exponent with electrics conductivity at cacao pulp at fermentation process yield equation = $2,84782 + 1,01789 e^{[-(x-2,5)/0,626]}$ and at thinning process yield equation $\sigma = 3,13506 + 0,46513 e^{[-(x-2,5)/0,20194]}$. On file energy at cacao pulp is known that longer ammeter galvanometer network is attached smaller the electric current so that the energy still be small.

Keywords:

Abstrak

Hubungan antara pH (keasaman) pulp kakao dengan daya hantar listrik (konduktivitas) diteliti untuk mengetahui bagaimanakah kemampuan pulp kakao pada berbagai tingkat pH dalam menghantarkan listrik serta bagaimanakah hubungan antara pH pulp kakao dengan kemampuan daya hantar listriknya.

Penelitian dilakukan dengan dua perlakuan yaitu prose fermentasi dan proses pengenceran pulp kakao. Caranya terlebih dahulu mencari nilai resistivitas (ρ) dari pulp kakao. Dari nilai resistivitas tersebut diperoleh nilai konduktivitas (σ) pulp kakao. Jika dihubungkan antara pH pulp kakao dengan daya hantar listriknya dari dua perlakuan tersebut, hasilnya adalah semakin rendah derajat keasaman pulp kakao, daya hantar listriknya semakin menurun.

Hubungan antara pH dengan konduktivitas listrik pada pulp kakao pada proses fermentasi menghasilkan persamaan $\sigma = 2,84782 + 1,01789 e^{[-(x-2,5)/0,626]}$ dan pada proses pengenceran menghasilkan persamaan $\sigma = 3,13506 + 0,46513 e^{[-(x-2,5)/0,20194]}$. Energi yang tersimpan pada pulp kakao diketahui bahwa semakin lama rangkaian pengukur arus dipasang semakin kecil arus listriknya sehingga energinya masih kecil.

Kata Kunci : konduktivitas listrik, keasaman (pH), fermentasi, pulp kakao

Pendahuluan

Setiap materi yang mengandung sel hidup memiliki protoplasma. Protoplasma memiliki sifat kimia dan fisika. Sifat

kimia yang dimiliki protoplasma antara lain derajat keasaman (pH). Derajat keasaman dapat mempengaruhi kemampuan berionisasi. Semakin asam

suatu bahan atau semakin banyak ion hidrogen yang terbentuk maka semakin besar ionisasinya [1]. Protoplasma juga mengandung unsur-unsur kimia, yaitu C, H, O, N, S, dan P yang membentuk senyawa kimia penting untuk pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup. Senyawa-senyawa tersebut berupa karbohidrat, protein, dan lemak [2].

Salah satu ciri tingginya derajat keasaman adalah rasa masam pada bahan. Demikian pula sitoplasma yang terkandung pada tumbuhan dengan derajat keasaman yang tinggi ditandai dengan rasanya yang masam. Pulp kakao merupakan cairan atau lendir dari buah kakao yang terkenal dengan keasamannya.

Menurut penelitian, pulp kakao pada fase permulaan kandungan pH pulpnya berkisar pada 3.4 – 4.0 [3]. Aktivitas tersebut menghasilkan perubahan biokimia baru dan menguasai keadaan disekeliling biji kakao basah hingga 36 jam kemudian.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengetahui karakteristik fisis pulp kakao yaitu metode eksperimen dengan cara memasukkan elektroda ke dalam cairan yang bersifat masam tersebut. Dengan memasukkan elektroda tembaga (Cu) dan Aluminium (Al) kedalam pulp kakao, diharapkan akan menghasilkan arus listrik. Telah diketahui bahwa suatu zat yang dapat menerima ion dari atau menyerahkan ion kepada elektrolit dalam mana ia tercelup dinamakan elektroda elektrokimia [4]. Susunan dari elektroda dan elektrolit dinamakan sel elektrokimia. Sel elektrokimia dapat menghasilkan arus listrik akibat reaksi kimia didalamnya. Dengan keasaman (pH) yang berbeda-beda dapat diasumsikan bahwa akan menghasilkan arus listrik yang berbeda pula. Semakin asam suatu larutan semakin besar pula arus listriknya. Dengan asumsi seperti di atas peneliti

akan melakukan penelitian tentang sejauh mana hubungan antara pH pulp kakao dengan konduktivitas listriknya dan apakah pulp kakao dapat digunakan sebagai sumber energi.

Pulp kakao adalah cairan/lendir yang berasal dari buah kakao yang telah matang, yang melekat pada biji. Pada saat panen kakao, biasanya biji difermentasi untuk melepaskan cairan/lendir tersebut dengan tujuan untuk meningkatkan mutu. Cairan pulp ini mencapai sekitar 10 % dari berat basah biji dan mempunyai potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan. Rasa masam pada biji kakao yang baru dipanen mengindikasikan bahwa keasaman (pH)nya tinggi [3].

Derajat keasamaan atau pH adalah pengukuran aktivitas ion hidrogen (H^+) dalam suatu larutan, sehingga larutan tersebut bersifat asam atau basa. Dalam sistem cairan (*aqueous*), aktivitas ion hidrogen dinyatakan dengan konstanta disosiasi air (K_w) = 1.011×10^{-14} pada temperatur 25 °C) dan interaksi dengan ion lain dalam larutan. Berdasarkan konstanta disosiasi ini larutan netral (aktivitas ion hidrogen sama dengan aktivitas ion hidroksida) memiliki pH kira-kira 7. Larutan encer dengan nilai pH lebih rendah dari 7 bersifat asam, sedangkan jika nilai pH lebih besar dari 7 bersifat basa. Sebagian besar substansi memiliki pH pada rentang 0-14, meskipun substansi tersebut sangat asam atau sangat basa akan memiliki $pH < 0$, atau $pH > 14$.

Konduktivitas (daya hantar) listrik adalah pengukuran seberapa baik suatu bahan dalam mengakomodasi transpor arus listrik. Para ahli sains seringkali membagi bahan (materi) kedalam tiga kelompok berdasarkan respektifitas dalam menghantarkan listrik yaitu *konduktor*, misalnya bahan-bahan yang memiliki konduktivitas tinggi; *isolator*, seperti gelas atau vakum memiliki

konduktivitas yang rendah; serta *semikonduktor*, konduktivitas dari semikonduktor umumnya intermediet, tetapi memiliki variasi yang luas pada kondisi yang berbeda. Beberapa macam konduktivitas listrik antara lain *Silver*: $63 \cdot 10^6$ S/m ($630,000,000,000$ μ S/cm; memiliki konduktivitas listrik paling tinggi diantara semua metal), *Ultra pure water* (air suling): $5.5 \cdot 10^{-6}$ S/m (0.055 μ S/cm) , Air minum: $0.005 - 0.05$ S/m ($50-500$ μ S/cm), Air laut: 5 S/m ($50,000$ μ S/cm).

Kebalikan dari konduktivitas adalah resistivitas. Resistivitas elektrik (juga dikenal sebagai resistensi elektrik spesifik) adalah pengukuran yang mengindikasikan seberapa kuat suatu bahan dapat menentang aliran arus listrik. Resistivitas yang rendah mengindikasikan bahwa suatu bahan tidak menghambat pergerakan elektron.

Aliran listrik adalah aliran elektron. Pada konduktor elektronik seperti logam-logam, aliran listrik dibawa oleh elektron-elektron dalam logam, dalam konduktor elektrolitik, aliran listrik dibawa oleh ion-ion dalam larutan. Karena larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik dan larutan non elektrolit tidak dapat menghantarkan listrik.

Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen yaitu dengan mengubah keasaman (pH) sebagai variabel bebas dan konduktivitas listrik (σ) akibat dari perubahan keasaman (pH) sebagai variabel tak bebas, dengan melakukan dua perlakuan, yaitu perlakuan fermentasi pulp dan perlakuan pengenceran.

Pengukuran tegangan listrik dan arus listrik dilakukan dengan cara memasukkan elektroda tembaga (Cu) sebagai kutub positif dan elektroda aluminium (Al) sebagai kutub negatif kedalam pulp kakao.

Pada perlakuan fermentasi, pulp kakao diperam selama beberapa hari. Pengukuran tegangan listrik dan arus listrik serta keasaman (pH) dilakukan setelah (12, 24, 36, 48, 60, 72, 84, 96) jam masa peram. Pada perlakuan pengenceran, pulp kakao diencerkan dengan menambahkan air dengan maksud merubah keasaman (pH). Pengukuran tegangan listrik dan arus listrik serta keasaman (pH) dilakukan setelah pengenceran, yaitu : 10%, 20 %, 30%, 40%, dan 50% (dari massa pulp) .

Setiap wadah pada setiap perlakuan diukur keasaman (pH)-nya menggunakan pHmeter. Setiap wadah yang telah diisi dengan cairan pulp kakao setelah perlakuan, dilakukan pengukuran resistivitasnya dengan memasukkan elektroda yang telah ditentukan. Menghitung harga resistivitas listrik dengan rumus :

$$\rho = \frac{RA}{l}$$

Dengan :

ρ = resistivitas elektrik (diukur dalam ohm meter)

R = resistensi pada spesimen yang seragam dari suatu bahan (diukur dalam ohms)

l = panjang dari spesimen (diukur dalam meter)

A = luas penampang spesimen (diukur dalam meter persegi)

Harga konduktivitas adalah kebalikan dari resistivitas, yaitu :

$$\sigma = \frac{1}{\rho}$$

Dengan σ = konduktivitas listrik (diukur dalam $\text{ohm}^{-1} \text{m}^{-1}$ atau siemens)

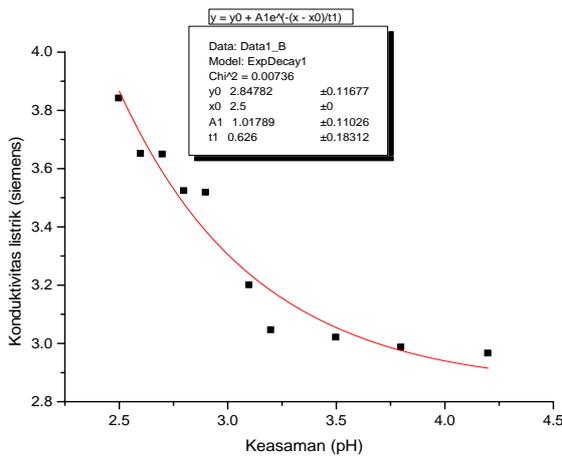
Data hasil pengukuran disusun dalam tabel. Analisa data yang digunakan adalah analisa korelasi dengan membuat grafik hubungan antara keasaman (pH) dengan konduktivitas listrik pulp kakao, serta mencari energi yang tersimpan pada proses fermentasi.

Hasil dan Pembahasan

Dengan bantuan program origin 4.1 diperoleh grafik hubungan antara pH pulp kakao dengan konduktivitas listrik.

Perlakuan Fermentasi

Berdasarkan gambar 1, hubungan pH dan konduktivitas listrik pada perlakuan fermentasi diketahui bahwa nilainya menurun secara eksponensial dengan persamaan $\sigma = 2,84782 + 1,01789 e^{[-(x-2,5)/0,626]}$. Menunjukkan bahwa semakin lama proses pemeraman pulp kakao menyebabkan keasaman pH menurun, dikarenakan ion-ion yang bergerak bebas dalam larutan bereaksi dengan lingkungannya sehingga berubah menjadi suatu unsur lain yang berupa gas, yang menjadikan konduktivitas listriknya menurun secara eksponensial.



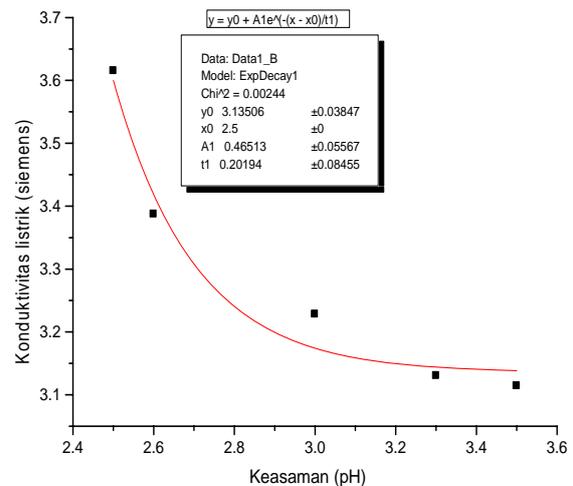
Gbr.1. Hubungan pH dan konduktivitas listrik pada perlakuan fermentasi

Perlakuan Pengenceran

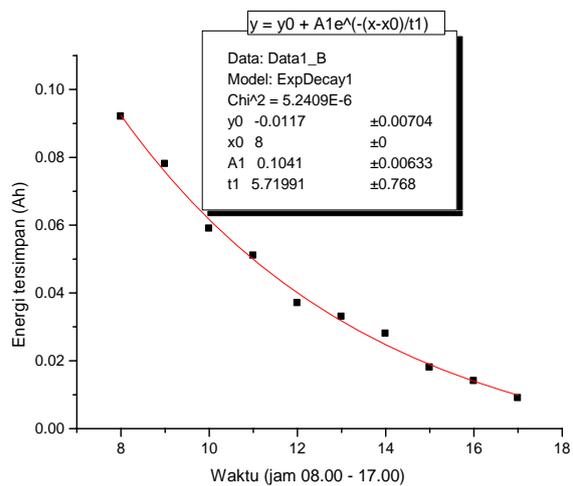
Berdasarkan gambar 2, hubungan pH dan konduktivitas listrik pada perlakuan pengenceran diketahui bahwa nilainya menurun secara eksponensial dengan persamaan $\sigma = 3,13506 + 0,46513 e^{[-(x-2,5)/0,20194]}$. Menunjukkan bahwa semakin encer larutan asam pulp kakao menyebabkan keasaman pH menurun, dikarenakan sedikit ion yang dapat

bergerak bebas dalam larutan, sehingga menjadikan konduktivitas listriknya menurun secara eksponensial.

Pengukuran energi tersimpan dalam pulp kakao dilakukan 10 jam pada hari pertama dimulai pukul 07.00 WIT, yaitu dengan mengukur arus listrik setiap jam tanpa melepas rangkaian pengukuran. Hasil pengukuran dapat dilihat pada gambar 3.



Gbr.2. Hubungan pH dan konduktivitas listrik pada perlakuan pengenceran



Gbr.3. Hubungan energi yang tersimpan selama 10 jam pada rangkaian terpasang

Berdasarkan gambar 3, hubungan antara waktu pada rangkaian terpasang dan energi tersimpan diketahui bahwa nilainya menurun secara eksponensial.

Menunjukkan bahwa semakin lama rangkaian listrik dipasang pada cairan pulp kakao, semakin kecil energi yang tersimpan dikarenakan keasaman pH menurun.

Larutan elektrolit dapat menghantarkan listrik karena mengandung ion-ion yang bergerak bebas. Ion-ion inilah yang menghantarkan listrik melalui larutan. Senyawa yang dapat menghasilkan ion dalam larutan dapat berupa senyawa ion atau senyawa kovalen. Elektrolit jenis senyawa kovalen polar meliputi asam-asam [5].

Sitoplasma adalah fase cair dalam sel yang mengandung berbagai macam konstituen berupa organel sel, antara lain mitokondria, ribosom, dan lain-lain. Zat-zat yang terlarut dalam sitoplasma antara lain protein, RNA, metabolit untuk digunakan oleh sel (misalnya glukosa), elektrolit dan beberapa sisa dari hasil kegiatan sel, misalnya urea, kreatinin, asam urat, enzim-enzim yang digunakan untuk proses glikolisis, yaitu perubahan glukosa menjadi asam piruvat dan laktat, serta enzim untuk biosintesis asam lemak terdapat dalam sitoplasma [6].

Pulp kakao, sitoplasma sel-selnya mengandung elektrolit, antara lain asam sitrat. Asam sitrat ($C_3H_5O_4$) tergolong kedalam senyawa kovalen polar, sehingga pulp kakao menghasilkan ion-ion yang dapat bergerak bebas dalam larutan. Dengan adanya ion-ion yang dapat bergerak bebas tersebut, maka larutan pulp kakao bersifat elektrolit (dapat menghantarkan arus listrik).

Pada eksperimen larutan pulp kakao memberi muatan yang berbeda pada kedua elektroda yang dicelupkan ke dalam larutan. Elektroda yang bermuatan negatif (yang dihubungkan dengan kutub negatif) disebut katoda, sedangkan elektroda yang bermuatan positif disebut anoda. Ion-ion positif (kation) dalam larutan akan bergerak menuju katoda dan

mengambil elektron. Sementara itu ion-ion negatif (anion) bergerak menuju anoda dan melepas elektron. Selanjutnya elektron akan dialirkan ke katoda melalui larutan pulp kakao. Dalam hal ini pulp kakao dipandang sebagai “pompa” elektron.

Daya hantar larutan elektrolit berkaitan dengan jumlah atau konsentrasi ion-ion didalamnya. Konsentrasi larutan dapat diperkecil dengan jalan menambahkan zat pelarut atau dengan cara fermentasi. Sebaliknya jika ingin memperbesar konsentrasi dapat dilakukan dengan menambah zat terlarut atau mencampurnya dengan larutan sejenis yang lebih pekat [7]. Semakin asam suatu bahan atau semakin banyak ion hidrogen yang terbentuk maka semakin besar ionisasinya [1].

Kesimpulan

Pada proses fermentasi, waktu pemeraman pulp kakao akan merubah keasamannya dimana semakin lama pemeramannya semakin rendah keasamannya (pH rendah), karena ion-ion yang bergerak bebas dalam larutan bereaksi sehingga berubah menjadi suatu unsur lain yang berupa gas, sehingga konduktivitas listriknya semakin menurun

Pada proses pengenceran, larutan asam pada pulp kakao yang diencerkan semakin rendah konsentrasinya (pH rendah), sehingga apabila keasaman pulp kakao semakin tinggi maka semakin tinggi pula konduktivitas listriknya, sebaliknya semakin rendah keasamannya semakin rendah pula konduktivitas listriknya. Hubungan antara konduktivitas listrik dengan keasaman pulp kakao adalah berupa grafik penurunan konduktivitas listrik secara eksponensial. Kapasitas menyimpan arus listrik pulp kakao adalah masih rendah sehingga energi yang tersimpan kecil.

Daftar Pustaka

- [1] Fessenden dan Fessenden. 1995. *Kimia Organik*. Erlangga: Jakarta.
- [2] Cambell, Neil. A, Jane.B, Ithell, Lawrence G. 1999. *Biologi*, Jakarta: Erlangga.
- [3] Mohd Bakri. 2006. Biji Kakao. [Http//www.wikipedia.com/](http://www.wikipedia.com/) diakses tanggal 20 Januari 2007
- [4] Ahmad Hiskia. 1992. *Elektrokimia dan Kinetika Kimia*. PT Citra Aditya Bhakti, Bandung
- [5] Robinson. 1987. D.C. *hath and company*, 694 pp, General Chemistry, 8th edition.
- [6] Poedjiadi. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*.
- [7] Coulson, E.H., and Ingle, Richard. 1979. *Nuffield Chemistry, Handbook For Pupil*, Longman Group Limited, 214 pp.